

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-115553

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl. F02B 37/22  
F02D 23/00  
F02D 41/18  
F02D 45/00

(21)Application number : 2000-306484 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 05.10.2000 (72)Inventor : SHIRAKAWA AKIRA

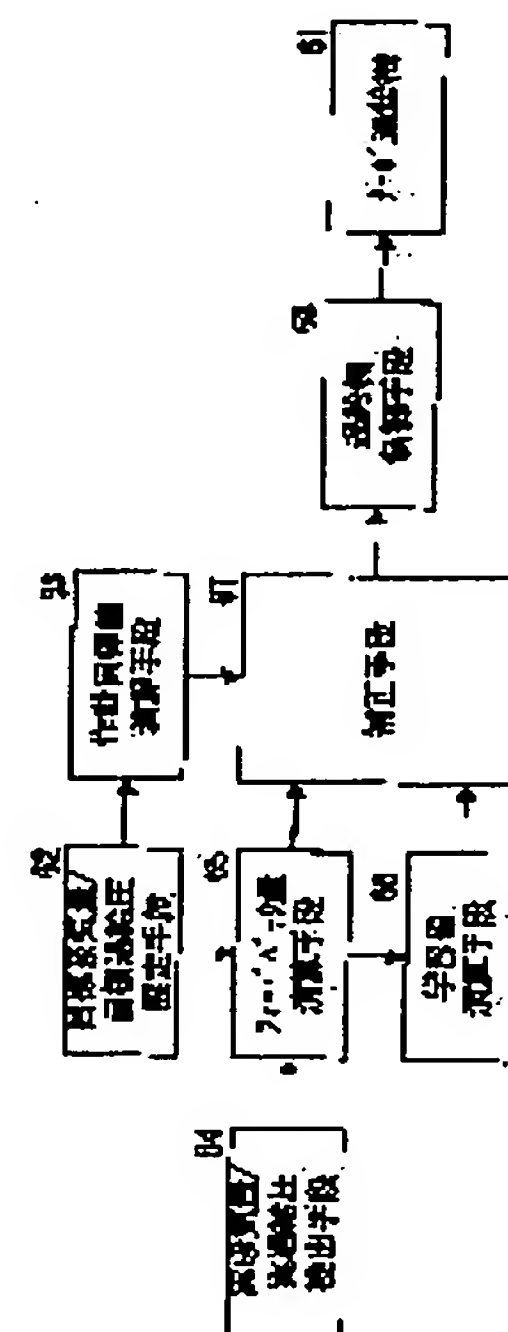
## (54) CONTROLLER FOR SUPERCHARGER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accurately obtain a target supercharge pressure and a target intake air amount, even if an detection means for an actual supercharge pressure and an actual intake air amount and an actuator for driving a variable supercharge pressure mechanism have dispersion in product quality.

**SOLUTION:** A target intake air amount or a target supercharge pressure is set by a setting means 62, an operating target value of a turbo-supercharger 61 is calculated in an arithmetic means 63 based on this target intake air amount or target supercharge pressure. A feedback amount including at least an integration correction amount is calculated in an

arithmetic means 65 so as to conform an actual intake air amount to the target intake air amount or an actual supercharge pressure to the target supercharge pressure, a learning value is calculated in an arithmetic means 66 based on the integration correction value in the case of conforming the actual intake air amount to the target intake air amount or the actual supercharge pressure to the target supercharge pressure, the operating target value is corrected in a correction means 67 by this learning value and the feedback amount.



## LEGAL STATUS

- [Date of request for examination] 29.11.2002
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A means to have a turbosupercharger and to set up target intake air flow or target charge pressure, A means to calculate the actuation desired value of said supercharger based on this target intake air flow or target charge pressure, A means to detect a real inhalation air content or real charge pressure, and a real inhalation air content with said target intake air flow Or a means to calculate the amount of feedbacks including integral correction value at least so that real charge pressure may be in agreement with said target charge pressure, A real inhalation air content with said target intake air flow Or a means to calculate a study value based on said integral correction value when real charge pressure is in agreement with said target charge pressure, The control unit of the supercharger characterized by establishing a means to amend said actuation desired value in this study value and said amount of feedbacks, and a means to control said supercharger to become this amended actuation desired value.

[Claim 2] The control unit of the supercharger according to claim 1 characterized by making it the sum total of this study value and the amount of feedbacks serve as constant value even after calculating a study value.

[Claim 3] The control unit of the supercharger according to claim 1 characterized by subtracting from integral correction value in the following cycle a changed part before and behind renewal of the study value when updating a study value for every predetermined cycle.

[Claim 4] The control unit of the supercharger of any one publication to claims 1-3 characterized by introducing a separate study value in the time of moving to the side with the time of moving this pressure actuator to the side in which charge pressure becomes weaker when the actuator for driving a charge pressure adjustable device is a pressure actuator, and increasing charge pressure.

[Claim 5] The control unit of the supercharger of any one publication to claims 1-4 characterized by amending said actuation desired value using the value which appointed the field which separated from the study field as a reflection field of a study value, replaced with the study value in this reflection field, and amended the study value by the operating-range reflection multiplier.

[Claim 6] A operating-range reflection multiplier is the control unit of the supercharger according to claim 5 characterized by being the value which becomes so small that it separates from a study field.

[Claim 7] The control unit of the supercharger of any one publication to claims 1-4 characterized by amending said actuation desired value using the value which appointed the field which separated from the study field as a reflection field of a study value, replaced with the study value in this reflection field, and amended the study value by the actuation value reflection multiplier of a supercharger.

[Claim 8] The control unit of the supercharger according to claim 7 characterized by setting up an actuation value reflection multiplier according to the actuation desired value or the actuation actual value of a supercharger.

[Claim 9] The control unit of the supercharger of any one publication to claims 1-8 characterized by dividing the response delay of the real inhalation air content or real charge pressure to the control-command value to the actuator for driving a charge pressure adjustable device into the response delay of the actuator for driving the response delay and the charge pressure adjustable device of a supercharger and pumping, and performing progress processing independently to each response delay.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a thing equipped with the control unit, especially charge pressure adjustable device of a supercharger.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are some which carry out feedback control of the command value given to the actuator for driving a charge pressure adjustable device so that real charge pressure may be in agreement with target charge pressure (refer to JP,8-338256,A).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since there is product variation in the actuator for driving the means and the charge pressure adjustable device which the above-mentioned real charge pressure (or real inhalation air content) is detected, real charge pressure (real inhalation air content) varies for every engine by this product variation. Although the variation in such charge pressure is compensated by performing feedback control like equipment before, since the response delay of an engine inhalation-of-air system is large, it cannot take not much large feedback gain, but causes a charge pressure control error at the time of transient operation.

[0004] Then, if the integral correction value of feedback control reaches a balance, even if this invention will calculate a study value based on this value and this study value will be used for it By the type which can be adjusted to adjustable, the geometrical configuration (a nozzle, scrolling, diffuser) of an exhaust gas turbine \*\* For example, opening area of a supercharger or desired value of an opening area equivalent value, By the type equipped with a waist gate valve, \*\* For example, by amending the actuation desired value of a supercharger called the desired value of the bulb opening Even if product variation is in the actuator for driving the detection means and charge pressure adjustable device of real charge pressure or a real inhalation air content, it aims at obtaining target charge pressure and target intake air flow with a sufficient precision.

[0005] Moreover, by the usual study approach, even if stable at the time of feedback control, the stability of charge pressure (inhalation air content) may fall by the disturbance by study actuation resulting from the response delay of an engine inhalation-of-air system. When this was explained using drawing 103 and step change of the target intake air flow  $tQ_{ac}$  is carried out to the timing of  $t_1$ , the integral correction value  $R_{avfbi}$  becomes large by feedback control. The integral correction value  $R_{avfbi}$  is held at constant value with this integral correction value  $R_{avfbi}$  that becomes large from  $t_2$  of the timing whose real inhalation air content  $Q_{ac}$  corresponded with target intake air flow  $tQ_{ac}$  (integral correction value reaches a balance).

[0006] Then, if integral correction value starts study based on the integral correction value  $R_{avfbi}$  to the timing of  $t_3$  which has reached the balance, the study value  $R_{avlr}$  will become large and total correction value ( $= R_{avfbi} + R_{avlr}$ ) will also increase from the timing of  $t_3$  (refer to the continuous line of the bottom).

[0007] however -- according to an experiment -- the increment in this total correction value -- receiving -- the real inhalation air content  $Q_{ac}$  -- saying -- it does not move (section of  $t_3$ - $t_4$ ), but the phenomenon in which the real inhalation air content  $Q_{ac}$  begins to move, and overshoots suddenly to the timing of  $t_4$  arises (refer to the continuous line of a first stage eye). Although the integral correction value  $R_{avfbi}$  decreases immediately after  $t_4$  in response to overshoot of this real

inhalation air content  $Q_{ac}$ , study is suspended to the timing of  $t$  (therefore, study authorization conditions become abortive) 5 to have separated from the target intake air flow  $tQ_{ac}$  of the real inhalation air content  $Q_{ac}$  from tolerance. Vibration of the real inhalation air content  $Q_{ac}$  continues for a while after that.

[0008] Thus, it becomes disturbance to perform the usual study actuation on the contrary, the real inhalation air content  $Q_{ac}$  will vibrate, and time amount will be required for the convergence.

[0009] This invention then, by subtracting only a part to have transposed to the study value from an integral compensation value in the following cycle, in case the integral correction value of feedback control is transposed to a study value While total correction value learns, it is made not to change, and it aims also at making it the stability of charge pressure (inhalation air content) not fall by making the study actuation into disturbance, even if it performs study actuation, when it has the big engine inhalation-of-air system of response delay by this.

[0010]

[Means for Solving the Problem] A means 62 for the 1st invention to be equipped with a turbosupercharger 61 as shown in drawing 107, and to set up target intake air flow or target charge pressure, this target intake air flow or target charge pressure -- being based -- the actuation desired value (the geometrical configuration of an exhaust gas turbine -- the type which can be adjusted to adjustable -- for example, the desired value of the opening area of a supercharger 61, or an opening area equivalent value --) of said supercharger 61 By the type equipped with a waist gate valve, for example, a means 63 to calculate the desired value of the bulb opening, A means 64 to detect a real inhalation air content or real charge pressure, and a real inhalation air content with said target intake air flow Or a means 65 to calculate the amount of feedbacks including integral correction value at least so that real charge pressure may be in agreement with said target charge pressure, A real inhalation air content with said target intake air flow Or a means 66 to calculate a study value based on said integral correction value when real charge pressure is in agreement with said target charge pressure, It prepares with a means 67 to amend said actuation desired value in this study value and said amount of feedbacks, and a means 68 to control said supercharger 61 to become this amended actuation desired value.

[0011] Even after calculating a study value in the 1st invention, it is made for the sum total of this study value and the amount of feedbacks to serve as constant value in the 2nd invention.

[0012] By 3rd invention, when updating a study value for every predetermined cycle in the 1st invention, it subtracts from integral correction value in the following cycle a changed part before and behind renewal of the study value.

[0013] By 4th invention, when the actuator for driving a charge pressure adjustable device in any one invention from the 1st to the 3rd is a pressure actuator, a separate study value is introduced in the time of moving to the side (for example, closing side of an adjustable nozzle) with the time of moving this pressure actuator to the side (for example, aperture side of an adjustable nozzle) in which charge pressure becomes weaker, and increasing charge pressure.

[0014] In the 5th invention, the field which separated from the study field in any one invention from the 1st to the 4th is appointed as a reflection field of a study value, and said actuation desired value is amended using the value which replaced with the study value in this reflection field, and amended the study value by the operating-range reflection multiplier.

[0015] It is the value which becomes so small that a operating-range reflection multiplier separates from a study field in the 5th invention in the 6th invention.

[0016] In the 7th invention, the field which separated from the study field in any one invention from the 1st to the 4th is appointed as a reflection field of a study value, and said actuation desired value is amended using the value which replaced with the study value in this reflection field, and amended the study value by the actuation value reflection multiplier of a supercharger.

[0017] In the 8th invention, an actuation value reflection multiplier is set up according to the actuation desired value or the actuation actual value of a supercharger in the 7th invention.

[0018] In the 9th invention, the response delay of the real inhalation air content or real charge pressure to the control-command value to the actuator for driving a charge pressure adjustable device in any one invention from the 1st to the 8th is divided into the response delay of the actuator for driving the response delay and the charge pressure adjustable device of a supercharger and pumping,



and progress processing is independently performed to each response delay.

[0019]

[Effect of the Invention] The result which carried out feedback control by steady operation is absorbing product dispersion of the actuator for driving the detection means and charge pressure adjustable device of a real inhalation air content and real charge pressure. then, the 1st invention -- a real inhalation air content -- target intake air flow -- or, when real charge pressure is in agreement with target charge pressure (when the integral correction value of feedback control reaching a balance) By amending the actuation desired value of a supercharger, even if it calculates a study value based on the integral correction value at that time and uses this study value Even if product variation is in the actuator for driving the detection means and charge pressure adjustable device of a real inhalation air content and real charge pressure, target intake air flow and target charge pressure are obtained with a sufficient precision.

[0020] Although the stability of real charge pressure (real inhalation air content) may fall by the disturbance by the study actuation when the usual study actuation is performed since an engine inhalation-of-air system has large response delay Since it was made for the total correction value under study (sum total of the amount of feedbacks and a study value) to turn into constant value according to the 2nd and 3rd invention, Study actuation does not serve as disturbance, but when it has the inhalation-of-air system of the big engine of response delay by this, even if it learns, the stability of charge pressure (inhalation air content) is maintained.

[0021] According to the 4th invention, even if it is the case where a hysteresis arises in the property of an actuation actual value (the actual value corresponding to actuation desired value) of the supercharger to the command value given to an actuator from the actuator for driving a charge pressure adjustable device being a pressure actuator (refer to the drawing 106 ), it is avoidable that the precision of a study value falls.

[0022] If a operating-range reflection multiplier is set up taking advantage of this presumption, a study value can be made to reflect also to the field which separated from the study field, since it will be presumed that the gap from the study value in a study field is also large in the field from which became a study value almost equivalent to a study field near the study field, and it separated from the study field greatly to this, if the continuity of a operating range is taken into consideration. That is, according to invention of the 5th and 6, control precision improves from the case where a study value is not used in the field which separated from the study field.

[0023] In the thing of the charge pressure property that new air volume increases, so that the property of new air volume over the actuation value (actuation desired value or actuation actual value) of a supercharger is not uniform, for example, an actuation value is small Although a study value is too large and the exaggerated boost may arise in having made the same study value as the field (field where the standup of charge pressure is bad) where an actuation value is large reflect also in the field (field where the standup of charge pressure is rapid) where an actuation value is small According to the 7th and 8th invention, in the field where an actuation value is small, the standup of charge pressure can avoid an exaggerated boost also in a rapid field by setting up the actuation value reflection multiplier to which an actuation value becomes smaller than a large field.

[0024] The time constant of the response delay of the actuator for driving a charge pressure adjustable device to the response delay of the real inhalation air content or real charge pressure to the control-command value to the actuator for driving a charge pressure adjustable device consisting of two response delay with the response delay of the actuator for driving the response delay and the charge pressure adjustable device of a supercharger and pumping itself, among these depending for the time constant of the response delay of a supercharger and pumping on displacement itself is fixed. Therefore, it faces performing progress processing, in order to compensate the response delay of the real inhalation air content or real charge pressure to the control-command value to the actuator for driving a charge pressure adjustable device. Although the control precision of progress processing worsens by having regarded it as the fixed time constant and having performed progress processing, without separating two response delay, since progress processing corresponding to each response delay can be performed, according to the 9th invention, the control precision of progress processing improves.

[0025]

[Embodiment of the Invention] The configuration for making the so-called low-temperature premixed combustion from which the pattern of heat release serves as single stage combustion perform to drawing 1 is shown. In addition, this configuration itself is well-known by JP,8-86251,A etc.

[0026] Now, it is greatly dependent on combustion temperature, and generation of NOx has low-temperature-izing of combustion temperature effective in the reduction. By low-temperature premixed combustion, by reduction of the oxygen density by EGR, in order to realize low-temperature combustion, the EGR path 4 to which collector section 3a of a flueway 2 and the inhalation-of-air path 3 is connected is equipped with the EGR valve 6 of a diaphragm type following the control pressure from a pressure control valve 5.

[0027] He drives a pressure control valve 5 with the duty control signal from a control unit 41, and is trying to acquire the predetermined EGR rate according to a service condition by this. For example, an EGR rate is decreased as an EGR rate is made into the 100 greatest% in a low rotation low loading region and rotational speed and a load become high. In the heavy load side, since an exhaust-gas temperature rises, if a lot of EGR gas is flowed back, the effectiveness of NOx reduction decreases by the rise of an intake-air temperature, or the ignition-delay period of an injection fuel will become short, and the EGR rate will be gradually decreased for it becoming impossible to realize premixed combustion etc.

[0028] In the middle of the EGR path 4, it has the cooling system 7 of EGR gas. This is prepared in inlet 7a of cooling water, and serves as the engine water jacket 8 through which it is formed in the surroundings of the EGR path 4, and a part of engine cooling water circulates from the flow control valve 9 which can adjust the circulating load of cooling water, and by the command from a control unit 41, whenever [ its / cooling / of EGR gas ] increases, so that it increases a circulating load through a control valve 9.

[0029] The inhalation-of-air path near the suction port is equipped with the swirl control valve (not shown) which has predetermined notching for promotion of combustion. If this swirl control valve is closed by the control unit 41 in a low rotation low loading region, the rate of flow of the inhalation of air inhaled in a combustion chamber will increase, and a swirl will be generated by it in a combustion chamber.

[0030] A combustion chamber is a major-diameter toroidal combustion chamber (not shown). This is what did not extract an inlet port but formed the piston cavity in the shape of a cylinder from the crestal plane of a piston to the pars basilaris ossis occipitalis, and in order to make mixing of air and a fuel good further so that resistance may not be given to the swirl which flows in while circling from the outside of a piston cavity at a compression stroke anaphase, the cone section is formed in the center of a pars basilaris ossis occipitalis. By the cylinder-like piston cavity to which this inlet port is not extracted, the swirl generated by the above-mentioned swirl bulb etc. is diffused out of a cavity from the inside of a piston cavity in connection with a piston descending in a combustion process, and a swirl is maintained also out of a cavity.

[0031] An engine is equipped with the common rail-type fuel injection equipment 10. The configuration of the common rail-type fuel injection equipment 10 is also well-known (refer to 73rd page - the 77th page of the 13th internal combustion engine symposium lecture collected works), and is outlined by drawing 2.

[0032] This fuel injection equipment 10 mainly consists of a fuel tank 11, the fuel-supply path 12, the supply pump 14, a common rail (accumulator) 16, and a nozzle 17 prepared for every gas column, and once the fuel pressurized with the supply pump 14 is stored in an accumulator 16 through the fuel-supply path 15, the high-pressure fuel of an accumulator 16 is distributed to the nozzle 17 for several gas column minutes.

[0033] A nozzle 17 The fuel-supply path 24 to the return spring 23 and the oil pressure piston 22 which energize the fuel-supply path 20 to a needle valve 18, the nozzle room 19, and the nozzle room 19, a retainer 21, the oil pressure piston 22, and a needle valve 18 in the direction of clausilium (it is a lower part in drawing), the cross valve infixed in this path 24 (Solenoid valve) At the time of OFF of a cross valve 25 when it becomes from 25 etc. at, the paths 20 and 24 in a nozzle are open for free passage at, and a high-pressure fuel is led to both the oil pressure piston 22 upper part and the nozzle room 19 (a free passage of Ports A and B) Although a needle valve 18 is in a taking-a-seat



condition since the projected net area of the oil pressure piston 22 is [ Ports B and C ] larger than the projected net area of a needle valve 18 to cutoff. If a cross valve 25 will be in ON condition (cutoff and Ports B and C are open for free passage for Ports A and B), the fuel of the oil pressure piston 22 upper part will return, it will be returned to a fuel tank 11 through a path 28, and the fuel pressure which acts on the oil pressure piston 22 will decline. A needle valve 18 goes up and a fuel is injected by this from the nozzle hole at the tip of a nozzle. If a cross valve 25 is again returned to an OFF condition -- the oil pressure piston 22 -- the high-pressure fuel of an accumulator 16 -- \*\*\*\* -- him -- \*\*\*\*\* is completed. That is, the injection initiation stage of a fuel is adjusted by the change-over stage to ON from OFF of a cross valve 25, and fuel oil consumption is adjusted by ON time amount, and if the pressure of an accumulator 16 is the same, fuel oil consumption will increase, so that ON time amount becomes long. 26 is a check valve and 27 is an orifice.

[0034] In order to adjust the pressure accumulation room pressure force to this fuel injection equipment 10 further, the path 13 to which the fuel breathed out from the supply pump 14 is returned is equipped with a pressure regulating valve 31. This regulator valve 31 opens and closes the passage of a path 13, and adjusts the pressure accumulation room pressure force by adjusting the fuel discharge quantity to an accumulator 16. The rate of fuel injection becomes high, so that the rate of fuel injection changes and the fuel pressure of an accumulator 16 becomes high with the fuel pressure (injection pressure) of an accumulator 16.

[0035] In the control unit 41 into which the signal from the sensor 35 for the accelerator opening sensor 33, the sensor 34 which detects an engine speed and whenever [ crank angle ], and gas column distinction, and a coolant temperature sensor 36 is inputted, according to an engine speed and accelerator opening, the target pressure force of target fuel oil consumption and an accumulator 16 is calculated, and feedback control of the fuel pressure of an accumulator 16 is carried out through a pressure regulating valve 31 so that the pressure accumulation room pressure force detected by the pressure sensor 32 may be in agreement with this target pressure force.

[0036] Moreover, corresponding to the calculated target fuel oil consumption, he controls ON time amount of a cross valve 25, and also is trying to obtain the predetermined injection initiation stage according to a service condition by controlling the change-over stage to ON of a cross valve 25. For example, fuel injection timing (injection initiation stage) of a fuel is delayed even to the piston top dead center (TDC) so that the ignition-delay period of an injection fuel may become long by the low rotation low loading side of a high EGR rate. Generating of the smoke in a high EGR rate region is suppressed by changing the temperature of the combustion chamber of an ignition stage into a low-temperature condition, and increasing a premixed combustion ratio by this delay. On the other hand, fuel injection timing is advanced as rotational speed and a load become high. This advances fuel injection timing, in order for whenever [ ignition-delay crank angle ] (value which converted the time amount of an ignition delay into whenever [ crank angle ]) to become large in proportion to the increment in an engine speed and to obtain a predetermined ignition stage at the time of a low EGR rate, even if the time amount of an ignition delay is fixed.

[0037] Drawing 1 is equipped with a variable-capacity turbosupercharger in the flueway 2 of the opening lower stream of a river of return and the EGR path 4. An exhaust gas turbine 52 is made to introduce into the nozzle opening (tilt condition) which raises the rate of flow of the exhaust air introduced into an exhaust gas turbine 52 in a low rotation side so that it may be what formed the adjustable nozzle 53 which drives this with an actuator 54 at the scrolling inlet port of an exhaust gas turbine 52 and charge pressure predetermined [ a low rotation region to ] in the adjustable nozzle 53 may be obtained by the control unit 41 that there is no resistance [ exhaust air ] at a high rotation side, and it controls to nozzle opening (full open condition).

[0038] A duty control signal is made and this duty control signal is outputted to a pressure control valve 56 so that the above-mentioned actuator 54 may consist of a diaphragm actuator 55 which drives the adjustable nozzle 53 following control pressure, and a pressure control valve 56 which adjusts the control pressure to this diaphragm actuator 55 and the opening rate of the adjustable nozzle 53 may turn into the target opening rate  $R_{vnt}$  obtained as mentions later.

[0039] In view of the viewpoint of charge pressure control, the role of charge pressure control of EGR control is played physically. That is, charge pressure also changes by changing the amount of EGR(s). On the contrary, if charge pressure is changed, since exhaust gas pressure will change, the

amount of EGR(s) will also change and charge pressure and the amount of EGR(s) cannot be controlled independently. Moreover, it is the disturbance on the control to each other often. In addition, when changing one side, in order to secure control precision, it is resulting another side, but since it must stop having to re-suit another side after resulting another side, it is difficult [ it ] to secure the control precision of a transient by this approach.

[0040] Thus, to the top where suitable adaptation -- there is the need of changing nozzle opening if each other is affected and the amount of EGR(s) is changed -- is difficult for charge pressure and the amount of EGR(s), since both control precision falls, especially a transient In a control unit 41, target intake air flow  $tQ_{ac}$  is calculated according to a service condition. He is trying to set up the target opening rate  $R_{vnt}$  of the adjustable nozzle 53 which is the actuation desired value of a turbosupercharger from the amount  $Q_{ec}$  of real EGR(s) which is the value and real EGR rate  $M_{egr}$  which performed delay processing to this target intake air flow  $tQ_{ac}$ , the amount of target EGR(s), or target EGR rate  $M_{egr}$ .

[0041] Moreover, when a feedback field is appointed for charge pressure control (refer to drawing 71 ), feedback control (PI control) is performed so that a real inhalation air content may be in agreement with target intake air flow in the field, and the integral correction value of the feedback control reaches a balance, a study value is calculated based on the integral correction value. In case integral correction value is transposed to a study value, only a part to have transposed to the study value is subtracted from an integral compensation value in the following cycle, and it is made not to change total correction value, since the stability of a real inhalation air content (real charge pressure) may fall by the disturbance by study actuation resulting from the response delay of an engine inhalation-of-air system even if stable [ by the usual study approach / at the time of feedback control ] in that case.

[0042] The contents of this control performed by the control unit 41 are explained according to the following flow charts. In addition, drawing 3 [ which is mentioned later ] - drawing 40 , drawing 54 (only steps 1-3), drawing 59 (only steps 1 and 2), drawing 62 , drawing 87 - Fig. 102 is the same as that of the place which is precedingly applied equipment (refer to Japanese Patent Application No. No. 233124 [ 11 to ]), and has already been proposed.

[0043] First, drawing 3 is for calculating the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , and is performed for every input of a REF signal (being the reference phase signal of a crank angle a 4-cylinder engine every 180 degrees and a six cylinder engine each signal in every 120 degrees).

[0044] By reading an engine speed  $N_e$  and the accelerator opening  $Cl$  at steps 1 and 2, and searching with step 3 the map which makes drawing 4 the contents based on these [  $N_e$  and  $Cl$  ] etc., the basic fuel oil consumption  $M_{qdrv}$  is calculated, at step 4, increase-in-quantity amendment by engine-coolant water temperature etc. is performed to this basic fuel oil consumption  $M_{qdrv}$ , and the value after amendment is set up as target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ .

[0045] Drawing 5 is for calculating the opening area  $A_{ev}$  of the EGR valve 6, and is performed for every input of a REF signal.

[0046] In addition, drawing 5 is a main routine and, as for the big flow of control, the subroutine is prepared to processing of each step according to the step of illustration. Therefore, below, it explains focusing on the subroutine.

[0047] Drawing 7 (subroutine of step 1 of drawing 5 ) is for calculating the amount  $T_{qec}$  of target EGR(s) per cylinder, and is performed for every input of a REF signal.

[0048] At steps 1 and 2, the inhalation air content  $Q_{acn}$  and target EGR rate  $M_{egr}$  per cylinder are calculated.

[0049] Here, the flow of drawing 8 explains the operation of  $Q_{acn}$ , and the flow of drawing 11 explains the operation of  $M_{egr}$ .

[0050] From the inhalation air content  $Q_{as0}$  which reads an engine speed  $N_e$  at step 1 in drawing 8 , and is acquired from this engine speed  $N_e$  and air flow meter [to 0051 [ first, ]]

[Equation 1]  $Q_{ac0} = (Q_{as0}/N_e) \times KCON\#$ , however  $KCON\#$ : Calculate the inhalation air content  $Q_{ac0}$  per cylinder by the formula of constant \*\*.

[0052] The above-mentioned air flow meter 39 (refer to drawing 1 ) is formed in the inhalation-of-air path 3 of the compressor upstream, and in order to perform delay processing for a transportation lag from an air flow meter 39 to collector section 3a, at step 3, the value of  $Q_{ac0}$  in front of  $L$  (however,



L integral constant) time is calculated as an inhalation air content  $Q_{acn}$  per cylinder in a collector inlet-port section 3a location. And at step 4, it is [0053] to this  $Q_{acn}$ .

[Equation 2]  $Q_{ac} = Q_{acn-1} \times (1 - K_{IN} \times K_{VOL}) + Q_{acn} \times K_{IN} \times K_{VOL}$  however a  $K_{IN}$ :volumetric-efficiency equivalent value,  $K_{VOL}$ : $VE/NC/VM$ ,  $VE$ :displacement,  $NC$ :gas-column number,  $VM$ :inhalation-of-air system volume,  $Q_{acn-1}$ : Calculate the inhalation air content  $Q_{ac}$  per cylinder in an inlet-valve location (this inhalation air content is called for short by the "cylinder inhalation air content" below.) by the formula (formula of first-order lag) of the last  $Q_{ac}^{**}$ . This is for compensating the dynamics from collector inlet-port section 3a to an inlet valve.

[0054] The flow of drawing 9 explains detection of the inhalation air content  $Q_{as0}$  of the above-mentioned number 1 type right-hand side. The flow of drawing 9 is performed every 4ms.

[0055] Inhalation air content  $Q_{as0}$  d is calculated by searching with step 1 the electrical-potential-difference-flow rate translation table which reads the output voltage  $U_s$  of an air flow meter 39, and makes drawing 10 the contents at step 2 from this  $U_s$  etc. Furthermore, weighted average processing is performed to this  $Q_{as0d}$  at step 3, and that weighted average processing value is set up as an inhalation air content  $Q_{as0}$ .

[0056] Next, in drawing 11, engine-speed  $N_e$ , the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , and the engine-coolant water temperature  $T_w$  are read at step 1. Radical Motome label EGR rate  $M_{egrb}$  is calculated by searching with step 2 the map which makes drawing 12 the contents from an engine speed  $N_e$  and the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$  etc. In this case, a radical Motome label EGR rate becomes so large that it becomes the field where engine operating frequency is high, i.e., low \*\*\*\*, and low loading (low injection quantity), and is made small at the time of the high power which a smoke tends to generate.

[0057] Next, by searching with step 3 the table which makes drawing 13 the contents from the cooling water temperature  $T_w$  etc., the water temperature correction factor  $K_{egr tw}$  of a radical Motome label EGR rate is calculated. And it sets to step 4 and is [0058] from a radical Motome label EGR rate and this water temperature correction factor.

[Equation 3] Target EGR rate  $M_{egr}$  is computed by the formula of  $M_{egr} = M_{egrb} \times K_{egr tw}$ .

[0059] At step 5, it judges whether an engine condition is in a high-order detonation condition. However, the judgment of this complete explosion is later mentioned by the flow of drawing 14.

[0060] At step 6, it sees whether it is a high-order detonation condition, and when judged with this processing being ended as it is in a high-order detonation condition, and not being in a high-order detonation condition, this processing is ended, using target EGR rate  $M_{egr}$  as 0.

[0061] Also in order to perform EGR control after high-order detonation of an engine and to secure the stable startability before high-order detonation by this, EGR does not have a line crack.

[0062] Drawing 14 is for judging engine complete explosion. An engine speed  $N_e$  is read at step 1, and the high-order detonation judging slice level  $NRPMK$  equivalent to this engine speed  $N_e$  and high-order detonation rotational speed is compared in step 2. When the  $N_e$  is larger, it is judged as complete explosion, and it progresses to step 3. Here, Counter  $Tmrkb$  is compared with predetermined time  $TMRKBP$ , and when Counter  $Tmrkb$  is larger than predetermined time, processing is ended as what progressed and detonated completely to step 4.

[0063] On the other hand, at step 2, when the  $N_e$  is smaller, it progresses to step 6, Counter  $Tmrkb$  is cleared, and processing is ended by step 7 as what will be in a high-order detonation condition.

Moreover, at step 2, even when larger than  $N_e$ , when Counter  $Tmrkb$  is smaller than predetermined time, by step 3, a counter is incremented at step 5 and it is judged that it is not complete explosion.

[0064] By these, an engine speed is beyond a predetermined value (for example, 400rpm), and it judges with what detonated completely when the condition of a parenthesis was continued over predetermined time.

[0065] Thus, when ending the cylinder inhalation air content  $Q_{acn}$  by drawing 8 and ending the operation of target EGR rate  $M_{egr}$  by drawing 11, it is [0066] from return and both to step 3 of drawing 7.

[Equation 4] The amount  $M_{qec}$  of demand EGR(s) is calculated by the formula of  $M_{qec} = Q_{acn} \times M_{egr}$ .

[0067] [0068] which makes  $K_{IN} \times K_{VOL}$  a weighted average multiplier to this  $M_{qec}$  at step 4

[Equation 5]  $R_{qec} = M_{qec} \times K_{IN} \times K_{VOL} + R_{qecn-1} \times (1 - K_{IN} \times K_{VOL})$  however a  $K_{IN}$ :volumetric-



efficiency equivalent value,  $KVOL:VE/NC/VM$ ,  $VE$ :displacement,  $NC$ :gas-column number,  $VM$ :inhalation-of-air system volume,  $Rqecn-1$ : Calculate the intermediate-processing-intermediate-treatment value (weighted average efficiency)  $Rqec$  by the formula of the last intermediate-processing-intermediate-treatment value \*\*, and it is step 5 using this  $Rqec$  and the amount  $Mqec$  of demand  $EGR(s)$ , and is [0069].

[Equation 6]  $Tqec=Mqec \times GKQEC+Rqecn-1 \times (1-GKQEC)$ , however  $GKQEC$ : Amend by progressing by the formula of progress amendment gain \*\*, and calculate the amount  $Tqec$  of target  $EGR(s)$  per cylinder. Since there is delay ( $EGR$  valve 6  $\rightarrow$  collector section 3a  $\rightarrow$  namely, an inlet manifold  $\rightarrow$  delay of the capacitive component of an inlet valve) of an inhalation-of-air system to desired value, steps 4 and 5 perform progress processing for this delay.

[0070] Next, drawing 15 and drawing 16 are for calculating target intake air flow  $tQac$ , and are performed for every (every [ for example, ] 10ms) fixed time amount.

[0071] When drawing 15 is made into the 1st operation gestalt and drawing 16 is made into the 2nd operation gestalt, with two operation gestalten, a difference is in the parameter used for calculating the target opening rate  $Rvnt$  of the adjustable nozzle 53 (in the 1st operation gestalt, the target opening rate  $Rvnt$  of the adjustable nozzle 53 is calculated based on real  $EGR$  rate  $Megr$  based on the amount  $Qec$  of real  $EGR(s)$  with the 2nd operation gestalt).

[0072] In addition, since the subroutine is prepared to processing of each step by the main routine, drawing 15 and drawing 16 are also explained focusing on the subroutine.

[0073] Drawing 17 ( drawing 15 , subroutine of step 1 of drawing 16 ) is for calculating a real  $EGR$  rate, and is performed every 10ms. Target  $EGR$  rate  $Megr$  (it has obtained by drawing 11 ) is read at step 1, and the time constant equivalent value  $Kkin$  for collector capacitance is calculated at step 2. The flow of drawing 18 explains the operation of this  $Kkin$ .

[0074] By searching the map which reads  $Megr_{dn-1}[\%]$  which is the last value of engine-speed  $Ne$  and the real  $EGR$  rate which it target-fuel-oil-consumption- $Qsol(s)$  and is mentioned later at step 1, among these makes drawing 19 the contents in step 2 in drawing 18 (subroutine of step 2 of drawing 17 ) from  $Ne$  and  $Qsol$  etc., the volumetric-efficiency equivalent basic value  $Kinb$  is calculated, and it is [0075] at step 3.

[Equation 7]  $Kin=Kinb \times 1/(1+Megr_{dn-1}/100)$

The volumetric-efficiency equivalent value  $Kin$  is calculated by the \*\* type. Since volumetric efficiency decreases by  $EGR$ , this is made to amend the part.

[0076] Thus, the value which multiplied by  $KVOL$  (step 4 reference of drawing 8 ) which is the constant of a ratio of the inhalation-of-air system volume and cylinder capacity in step 4 is calculated as a time constant equivalent value  $Kkin$  for collector capacitance to calculated  $Kin$ .

[0077] Thus, if the operation of  $Kkin$  is ended, return, this  $Kkin$ , and target  $EGR$  rate  $Megr$  will be used for step 3 of drawing 17 , and it is [0078].

[Equation 8]  $Megr_{dn}=Megr \times Kkin \times NexKE2\#+Megr_{dn-1} \times (1-Kkin \times NexKE2\#)$  however  $Kkin:Kin \times KVOL\#$ , a  $KE2\#$ :constant,  $Megr_{dn-1}$ : Perform delay processing and unit conversion (per cylinder  $\rightarrow$  per unit time amount) to coincidence by the formula of the last  $Megr_{dn-1}$  \*\*, and calculate  $EGR$  rate  $Megr_{dn}$  in an inlet-valve location. It is a value for unit conversion of  $NexKE2\#$  of the right-hand side of several 8 formulas. In order that this  $Megr_{dn}$  may answer by first-order lag to target  $EGR$  rate  $Megr$ , this  $Megr_{dn}$  is called "real  $EGR$  rate" below.

[0079] Drawing 20 ( drawing 15 , subroutine of step 2 of drawing 16 ) is for calculating target intake air flow  $tQac$ . An engine speed  $Ne$ , real  $EGR$  rate  $Megr_{dn}$ , and the target fuel oil consumption  $Qsol$  are read at step 1, and step 2 compares  $Megr_{dn}$  and predetermined value  $MEGRLV\#$ .

[0080] It is a value (for example, 0.5) for predetermined value  $MEGRLV\#$  to judge the existence of actuation of  $EGR$  here, when it is  $Megr_{dn}>MEGRLV\#$ , it judges that it is the actuation region of  $EGR$ , and progresses to steps 3, 4, and 5, and to this, when it is  $Megr_{dn}\leq MEGRVL\#$ , it judges that it is the non-operating region of  $EGR$ , and progresses to step 6. Since there is a demand of wanting to treat identically to the case where  $EGR$  is not performed also when  $EGR$  of a minute amount is performed, that  $MEGRLV\#$  is not 0 responds to this.

[0081] When it is the actuation region of  $EGR$ , the target-intake-air-flow basic value  $tQacb$  is calculated by searching with step 3 the map which makes drawing 21 the contents from an engine speed  $Ne$  and real  $EGR$  rate  $Megr_{dn}$  etc. If engine rotations are certain conditions, the time when a

real EGR rate is larger will increase target intake air flow like drawing 21 .

[0082] By searching with step 4 the map which makes drawing 22 the contents from Ne and Qsol etc., the correction factor ktQac of target intake air flow is calculated, and the value which multiplied the above-mentioned target-intake-air-flow basic value by this correction factor is computed as target intake air flow tQac. A correction factor ktQac is for meeting the demand of wanting to change target intake air flow by the service condition (Ne, Qsol).

[0083] On the other hand, when it is the non-operating region of EGR, it progresses to step 6 and target intake air flow tQac is calculated by searching the map which makes drawing 23 the contents from Ne and Qsol etc.

[0084] Drawing 24 (subroutine of step 3 of drawing 15 ) is for calculating the amount of real EGR (s). The time constant equivalent value Kkin for the inhalation air content Qacn per cylinder in a collector inlet-port section 3a location (it has obtained at step 3 of drawing 8 ), target EGR rate Megr, and collector capacitance is read at step 1. Among these, from Qacn and Megr, it is step 2 and is [0085].

[Equation 9] The amount Qec0 of EGR(s) per cylinder in a collector inlet-port section 3a location is calculated by the formula of  $Qec0 = Qacn \times Megr$ , and it sets to step 3 using this Qec0 and Kkin, and is [0086].

[Equation 10]  $Qec = Qec0 \times Kkin \times NexKE\# + Qecn-1 \times (1 - Kkin \times NexKE\#)$  however Kkin:KinxKVOL, a KE#:constant, Qecn-1: By the formula of the last Qec\*\*, perform delay processing and unit conversion (per cylinder -> per unit time amount) to coincidence like the several 8 above-mentioned formulas, and calculate the amount Qec of cylinder inhalation EGR(s). It is a value for unit conversion of NexKE# of the right-hand side of several 10 formulas. This Qec calls this Qec "the amount of real EGR(s)" below in order to answer by first-order lag to the amount Tqek of target EGR(s) (it mentions later by drawing 40 ). Moreover, above Qac which answers by first-order lag to target intake air flow tQac is called "real inhalation air content" below.

[0087] Drawing 25 (subroutine of step 2 of drawing 5 ) is for calculating two feedback correction factors Kqac00 and Kqac0 and EGR rate-of-flow study correction factors Kqac which are used for the operation of the amount of EGR(s), and the operation of the rate of flow (the rate of flow of this EGR gas is only hereafter called "EGR rate of flow") of EGR gas (gas which flows an EGR valve), and is performed for every input of a REF signal.

[0088] First, target intake air flow tQac, the real inhalation air content Qac, engine-speed Ne, and the target fuel oil consumption Qsol are read at step 1.

[0089] At step 2, it is [0090] from target intake air flow tQac.

[Equation 11]  $tQacd = tQac \times KIN \times KVOL \times KQA\# + tQacd-1 \times (1 - KIN \times KVOL \times KQA\#)$  however a KIN:volumetric-efficiency equivalent value, KVOL:VE/NC/VM, VE:displacement, NC:gas-column number, VM:inhalation-of-air system volume, a KQA#:constant, tQacd-1: Calculate the target-intake-air-flow delay processing value tQacd by the formula (formula of first-order lag) of the last Qacd\*\*. This performs delay processing so that two feedback correction factors Kqac00 and Kqac0 or study values Rqac which are later mentioned for the supply delay of the air accompanying the existence for the inhalation-of-air system volume may not become large.

[0091] Various feedback-related flags are read at step 3. These setup is explained from the flow of drawing 26 , drawing 27 , and drawing 28 .

[0092] Drawing 26 , drawing 27 , and drawing 28 are performed for every (every [ for example, ] 10ms) fixed time amount independently of drawing 25 .

[0093] Drawing 26 is for setting up the feedback authorization flag fefb. Engine-speed Ne, the target fuel oil consumption Qsol, real EGR rate Megr, and water temperature Tw are read at step 1.

[0094] the judgment of feedback authorization conditions -- step 2- it carries out by checking every one contents of 5 and 8, when each items of all are fulfilled, feedback is permitted, and feedback is forbidden when at least one is contrary. Namely, step 2:Megr is over predetermined value MEGRFB# (that is, actuation region of EGR). Step 3: Tw is over predetermined value TWFB# (for example, about 30 degrees C). Step 4: Qsol is over predetermined value QSOLFB# (a fuel cut has not been carried out). Step 5: Step 8 to which Ne is over predetermined value NEFB# (it is not the rotational-speed region which becomes an engine failure) : When the feedback initiation counter Ctrfb is over predetermined value TMRFB# (for example, value for less than 1 second), In order to



permit feedback at step 9, it is referred to as feedback authorization flag  $f_{fb}=1$ , otherwise, it shifts to step 10, and it is referred to as feedback authorization flag  $f_{fb}=0$  in order to forbid feedback.

[0095] In addition, a feedback initiation counter is counted up at the time of formation of steps 2-5 (step 6), and resets a feedback initiation counter at the time of the failure of steps 2-5 (step 7).

[0096] Drawing 27 is for setting up the study value reflection authorization flag  $f_{eln2}$ . Engine-speed  $N_e$ , the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , real EGR rate  $M_{egr}$ , and water temperature  $T_w$  are read at step 1.

[0097] the judgment of study value reflection authorization conditions -- step 2- it carries out by checking every one contents of 5 and 8, when each items of all are fulfilled, reflection of a study value is permitted, and when at least one is contrary, reflection of a study value is forbidden.

Namely, step 2:  $M_{egr}$  is over predetermined value  $MEGRLN2\#$  (that is, actuation region of EGR). Step 3:  $T_w$  is over predetermined value  $TWLNL2\#$  (for example, about 20 degrees C). Step 4:  $Q_{sol}$  is over predetermined value  $QSOLLNL2\#$  (a fuel cut has not been carried out). Step 5: Step 8 to which  $N_e$  is over predetermined value  $NELNL2\#$  (it is not the rotational-speed region which becomes an engine failure) : When the study value reflection counter  $Ctrl_n2$  is over predetermined value  $TMRLN2\#$  (for example, about 0.5 seconds), In order to permit reflection of a study value at step 9, it considers as the study value reflection authorization flag  $f_{eln2}=1$ , otherwise, it shifts to step 10, and in order to forbid reflection of a study value, it considers as the study value reflection authorization flag  $f_{eln2}=0$ .

[0098] In addition, a study value reflection counter is counted up at the time of formation of steps 2-5 (step 6), and is reset at the time of the failure of steps 2-5 (step 7).

[0099] Drawing 28 is for setting up the study authorization flag  $f_{eln}$ . Engine-speed  $N_e$ , the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , real EGR rate  $M_{egr}$ , and water temperature  $T_w$  are read at step 1.

[0100] the judgment of study authorization conditions -- step 2- it carries out by checking every one contents of 7 and 10, when each items of all are fulfilled, study is permitted, and study is forbidden when at least one is contrary. Namely, step 2:  $M_{egr}$  is over predetermined value  $MEGRLN\#$  (that is, actuation region of EGR). Step 3:  $T_w$  is over predetermined value  $TWLNL\#$  (for example, about 70-80 degrees C). Step 4:  $Q_{sol}$  is over predetermined value  $QSOLLNL\#$  (a fuel cut has not been carried out). Step 5:  $N_e$  is over predetermined value  $NELNL\#$  (it is not the rotational-speed region which becomes an engine failure). Step 6 : It is the step 7: study value reflection authorization flag  $f_{eln2}=1$  which is feedback authorization flag  $f_{fb}=1$ . Step 10 : When the study delay counter  $Ctrl_n$  is over predetermined value  $TMRLN\#$  (for example, about 4 seconds), In order to permit study at step 11, it is referred to as study authorization flag  $f_{eln}=1$ , otherwise, it shifts to step 12, and it is referred to as study authorization flag  $f_{eln}=0$  in order to forbid study.

[0101] In addition, a study delay counter is counted up at the time of formation of steps 2-7 (step 8), and is reset at the time of the failure of steps 2-7 (step 9).

[0102] The feedback authorization flag  $f_{fb}$  is seen at step 4 to drawing 25 among return and three flags set up by doing in this way. The feedback correction factor  $K_{qac00}$  of the amount of EGR(s) and the feedback correction factor  $K_{qac0}$  of the EGR rate of flow are calculated at steps 5 and 6 at the time of  $f_{fb}=1$ . On the other hand than step 4, it progresses to steps 7 and 8 at the time of  $f_{fb}=0$ , and it is set to  $K_{qac00}=1$  and  $K_{qac0}=1$  (when forbidding feedback).

[0103] Here, the flow of drawing 29 explains the operation of the amount feedback correction factor  $K_{qac00}$  of EGR(s), and the flow of drawing 32 explains the operation of the EGR rate-of-flow feedback correction factor  $K_{qac0}$ .

[0104] In drawing 29 (subroutine of step 5 of drawing 25), the target-intake-air-flow delay processing value  $t_{Qacd}$ , the real inhalation air content  $Q_{ac}$ , engine-speed  $N_e$ , the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , and water temperature  $T_w$  are first read at step 1.

[0105] By searching with step 2 the map which makes drawing 30 the contents from  $N_e$  and  $Q_{sol}$  etc., by searching the table which makes [ the amendment gain  $G_{kfb}$  of an EGR flow rate ] drawing 31 the contents for the water temperature correction factor  $K_{gfbtw}$  of amendment gain from  $T_w$  at step 3 again etc., it calculates, respectively, it sets to step 4 using these, and is [0106].

[Equation 12] The amount feedback correction factor  $K_{qac00}$  of EGR(s) is calculated by the formula of  $K_{qac00}=(t_{Qacd}/Q_{ac}-1) \times G_{kfb} \times K_{gfbtw} + 1$ .

[0107]  $(t_{Qacd}/Q_{ac}-1)$  of the 1st term of the right-hand side of this formula is an error rate from a

target-intake-air-flow delay processing value, it is adding 1 to this, and Kqac00 becomes a value centering on 1. Several 12 formulas are proportioned in error proportion from a target-intake-air-flow delay processing value, and calculate the amount feedback correction factor Kqac00 of EGR(s).

[0108] Next, in drawing 32 (subroutine of step 6 of drawing 25), the target-intake-air-flow delay processing value tQacd, the real inhalation air content Qac, engine-speed Ne, the target fuel oil consumption Qsol, and water temperature Tw are read at step 1.

[0109] By searching with step 2 the map which makes drawing 33 the contents from Ne and Qsol etc., by searching the table which makes [ the amendment gain Gkfb of the EGR rate of flow ] drawing 34 the contents for the water temperature correction factor Kgfbtw of amendment gain from Tw at step 3 again etc., it calculates, respectively, it sets to step 4 using these, and is [0110]. [Equation 13]  $Rqac0 = (tQacd/Qac - 1) \times Gkfb \times Kgfbtw + Rqac0n-1$ , however Rqac0n-1: Update the error rate Rqac0 by the formula of the last Rqac0\*\*, and compute the value which added 1 in step 5 to this error rate Rqac0 as a feedback correction factor Kqac0 of the EGR rate of flow Cqe (it mentions later by drawing 38).

[0111] This is proportioned in the addition value (integral value) of the error rate (tQacd/Qac - 1) from a target-intake-air-flow delay processing value, and calculates the EGR rate-of-flow feedback correction factor Kqac0 (integral control).

[0112] Like drawing 30 and drawing 33, having made amendment gain into the value according to a service condition (Ne, Qsol) is based on the following reason. Since hunting is produced by the service condition also in the same gain or it is not generated, in the field which produces hunting, it is for making amendment gain small. The value is made small like drawing 31 and drawing 34 for attaining stabilization of the engine in the unstable low-water-flow temperature range of engine rotation at the time of low water temperature (before warming-up completion).

[0113] Thus, if the operation of the amount feedback correction factor Kqac00 of EGR(s) and the EGR rate-of-flow feedback correction factor Kqac0 is ended, the study value reflection authorization flag felrn2 will be seen at return and step 9 to drawing 25. It progresses to step 10 (when permitting reflection of a study value), and at the time of the study reflection authorization flag felrn2 = 1, the error rate study value Rqac is read by searching the study map of drawing 35 from Ne and Qsol, and it calculates the value which added 1 to this as an EGR rate-of-flow study correction factor Kqac. On the other hand than step 9, it progresses to step 12 at the time of the study reflection authorization flag felrn2 = 0, and it is set to EGR rate-of-flow study correction factor Kqac = 1 (when forbidding reflection of a study value).

[0114] Then, the study authorization flag felrn is seen at step 13. If it is study authorization flag felrn = 1, it will progress to step 14 (when permitting study), 1 will be subtracted from the EGR rate-of-flow feedback correction factor Kqac0, and it will consider as the error rate Rqacn. On the other hand than step 13, when it is study authorization flag felrn = 0, it progresses to step 15 and is referred to as error rate Rqacn = 0 (when forbidding study).

[0115] Thus, based on the error rate Rqacn for which it asked, the error rate study value Rqac is updated at step 16. The flow of drawing 36 explains renewal of this study value.

[0116] In drawing 36 (subroutine of step 16 of drawing 25), the error rate Rqacn, engine-speed Ne, and the target fuel oil consumption Qsol are read at step 1. It calculates by searching with step 2 the map which makes drawing 37 the contents for the study rate Tclrn from Ne and Qsol etc. At step 3, the error rate study value Rqac is read from the study map of above-mentioned drawing 35 from Ne and Qsol. It is step 4 and is [0117].

[Equation 14]  $Rqacn = Rqacn \times Tclrn + Rqacn-1 \times (1 - Tclrn)$  however the error rate study value after renewal of Rqacn:, Rqacn-1: The formula of error rate study value (= study value read-out value) \*\* before updating performs weighted average processing, and store the study value after updating in the study map of drawing 35 at step 5 (the value after updating is overwritten to the value before updating).

[0118] Drawing 38 (subroutine of step 3 of drawing 5) is for calculating the EGR rate of flow Cqe.

[0119] The amount Qec of real EGR(s), real EGR rate Megrd, the real inhalation air content Qac, the EGR rate-of-flow feedback correction factor Kqac0, and the EGR rate-of-flow study correction factor Kqac are read at steps 1 and 2, and it sets to step 3, and is [0120].



[Equation 15] The EGR rate of flow  $C_{qe}$  is calculated by computing the value which amended the amount  $Q_{ec}$  of real EGR(s) as an amount  $Q_{ec\ h}$  of amendment fruit EGR(s), and searching with  $K_{qac0}$  and  $K_{qac}$  the map which makes drawing 39 the contents in step 8 from this amount  $Q_{ec\ h}$  of amendment fruit EGR(s), and real EGR rate  $M_{egr\ d}$  by the formula of  $Q_{ec\ h} = Q_{ec} \times K_{qac} \times K_{qac0}$ . In addition, steps 4-7 which were not explained are mentioned later.

[0121] Since the property of the EGR rate of flow of drawing 39 shows that non-linearity is strong and the sensibility of feedback of EGR is different according to a service condition, the EGR rate-of-flow feedback correction factor  $K_{qac0}$  is considered as feedback in the amount  $Q_{ec}$  of real EGR(s) used for retrieval of the rate-of-flow map so that the difference of the amount of feedbacks to a service condition may become small.

[0122] However, since it is a field [ win ], if the adaptation error of a map produces the part near the right end at which the inclination of a property becomes sudden in drawing 39, and there is an adaptation error, in response to the effect of the adaptation error, the EGR valve-opening opening area  $A_{ev}$  will change. That is, since an adaptation error arises in  $C_{qe}$  in  $A_{ev} = T_{qek} / C_{qe}$  (it mentions later by drawing 40) which is the formula which calculates the EGR valve-opening opening area  $A_{ev}$ , in order to cope with this, it is necessary to amend a part for the rate-of-flow error also to the amount  $T_{qek}$  of target EGR(s). Therefore, what was newly introduced is the above-mentioned amount feedback correction factor  $K_{qac00}$  of EGR(s), and has amended the amount  $T_{qek}$  of target EGR(s) at step 2 of drawing 40 mentioned later by this  $K_{qac00}$ .

[0123] In this case, since the number 12 above-mentioned formula which is a formula which calculates  $K_{qac00}$  is proportioned in error proportion from a target-intake-air-flow delay processing value and calculates  $K_{qac00}$ , this proportional control can amend it immediately to the adaptation error of the EGR rate-of-flow map of drawing 39. For example, it will be set to  $K_{qac\ 00} = (t_{Qacd} / Q_{ac} - 1) + 1$ , if it is after amendment gain  $G_{kfb} = 1$  and warming-up completion and thinks in number 12 formula, since it is easy. In this case, if the real inhalation air content  $Q_{ac}$  is smaller than  $t_{Qacd}$  as desired value,  $K_{qac00}$  will serve as a bigger value than 1, and the quantity of the amount  $T_{qek}$  of target EGR(s) will be immediately decreased by this. If the quantity of the amount  $T_{qek}$  of target EGR(s) is decreased immediately, new air volume (inhalation air content) will increase relatively, and it will be completed by the real inhalation air content  $Q_{ac}$  to  $t_{Qacd}$  as desired value by this.

[0124] Steps 4-7 of drawing 38 which were not explained are parts which set up the initial value at the time of actuation initiation of EGR. Specifically, step 4 compares 0 with the amount  $Q_{ec\ h}$  of amendment fruit EGR(s). When it is  $Q_{ec\ h} = 0$  (at that is, the time of un-operating [ of EGR ]), it progresses to step 5 and is [0125].

[Equation 16]  $Q_{ec\ h} = Q_{ac} \times MEGRL\ \#$ , however  $MEGRL\ \#$ : Set up the amount  $Q_{ec\ h}$  of amendment fruit EGR(s) by the formula of constant \*\*. Similarly, step 6 compares 0 with real EGR rate  $M_{egr\ d}$ , and it is step 7 at the time of  $M_{egr\ d} = 0$ , and is [0126].

[Equation 17] Real EGR rate  $M_{egr\ d}$  is set up by the formula of  $M_{egr\ d} = MEGRL\ \#$ .

[0127] Although it is zero with the EGR rate of flow which passes the EGR valve 6 at the time of the close by-pass bulb completely of the EGR valve 6 being natural, several 16 formulas and several 17 formulas consider the thing at the time of actuation initiation of EGR, and set up the initial value of the parameter used for the operation of the rate of flow. The value of  $MEGRL\ \#$  is 0.5 as mentioned above. If it furthermore states, since it differs (therefore, also in case of the EGR rates of flow), the differential pressure before and behind the EGR valve at the time of actuation initiation of EGR will cope with this by the service condition. In this case, the differential pressure before and behind the EGR valve at the time of actuation initiation of EGR is related to the real inhalation air content  $Q_{ac}$ . Then, the operation precision of the EGR rate of flow at the time of actuation initiation of EGR improves by giving the initial value of  $Q_{ec\ h}$  in proportion to  $Q_{ac}$  by several 16 formulas.

[0128] Drawing 40 (subroutine of step 4 of drawing 5) is for calculating the EGR valve-opening opening area  $A_{ev}$ . At step 1, the amount  $T_{qec}$  of target EGR(s), the amount feedback correction factor  $K_{qac00}$  of EGR(s), and the EGR rate of flow  $C_{qe}$  are read per cylinder. It is [0129] to the value  $(T_{qec} / K_{qac00})$  which amended the amount  $T_{qec}$  of target EGR(s) with the amount feedback correction factor  $K_{qac00}$  of EGR(s) per cylinder at step 2.

[Equation 18] The amount [  $T_{qek} = T_{qec} \times (N_e / KCON\ \#) / K_{qac00}$ , however ] feedback correction

factor of  $K_{qac00}:EGR(s)$ ,  $KCON\#$ : The formula of constant \*\* performs unit conversion (per cylinder  $\rightarrow$  per unit time amount), calculate the amount  $T_{qek}$  of target  $EGR(s)$ , set step 3 from this amount  $T_{qek}$  of target  $EGR(s)$ , and the  $EGR$  rate of flow  $C_{qe}$ , and it is [0130].

[Equation 19] The  $EGR$  valve-opening opening area  $A_{ev}$  is calculated by the formula of  $A_{ev}=T_{qek}/C_{qe}$ .

[0131] Thus, the duty control signal to a pressure control valve 5 is made, and this duty control signal is outputted to a pressure control valve 5 so that the obtained  $EGR$  valve-opening opening area  $A_{ev}$  may be changed into the amount of lifts of the  $EGR$  valve 6 by searching the table which makes drawing 6 the contents in the flow which is not illustrated etc. and it may become this amount of  $EGR$  valve lifts.

[0132] Next, drawing 41 is for calculating the control-command duty value  $D_{tyvnt}$  given to an actuator 54, and is performed for every (every [ for example, ] 10ms) fixed time amount. Since drawing 41 is also a main routine, it explains focusing on the subroutine currently prepared to processing of each step.

[0133] Drawing 42 (subroutine of step 1 of drawing 41 ) is for setting up the exaggerated boost judging flag  $FOVBST$ . Here, an exaggerated boost is the phenomenon in which the actual value of charge pressure becomes large across a supercharge limitation, when moving an actuator 54 to the side (side to which charge pressure starts) which closes the adjustable nozzle 53 to change of a service condition.

[0134] First, real  $EGR$  rate  $M_{egr}$  is read into  $N_{en-k}$  and  $Q_{soln-k}$  which are a value in front of engine-speed  $N_e$ , the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , the real inhalation air contents  $Q_{ac}$ , and these  $k$  (integral constant) cycles, and a  $Q_{acn-k}$  list at step 1.

[0135] At step 2, the real inhalation air content  $Q_{ac}$  and real  $EGR$  rate  $M_{egr}$  are used, and it is [0136].

[Equation 20]  $Q_{cyl}=Q_{acx}(1+M_{egr}/100)$

Capacity  $Q_{cyl}$  [mg/st.cyl] inhaled by the \*\* type in a cylinder is calculated. The 2nd term ( $Q_{acx}M_{egr}/100$ ) of the right-hand side of several 20 formulas is the amount of real  $EGR(s)$ , and makes what applied this amount of real  $EGR(s)$  to the real inhalation air content  $Q_{ac}$  (new air volume) the capacity inhaled in a cylinder.

[0137] In addition, as an amount of real  $EGR(s)$ , the amount  $Q_{ec}$  of real  $EGR(s)$  of drawing 24 may be used (therefore, at this time, it becomes  $Q_{cyl}=Q_{ac}+Q_{ec}$ ).

[0138] At step 3, it is [0139].

[Equation 21]  $Q_{exh}=(Q_{ac}+Q_{sol} \times GKQFVNT\#) \times N_e/KCON\#$  however a  $GKQFVNT\#$ :conversion factor,  $KCON\#$ : Calculate the real displacement  $Q_{exh}$  [mg/st.cyl] by the formula of constant \*\*.

This considers that the sum total of the part and the real inhalation air content  $Q_{ac}$  which the fuel of  $Q_{sol}$  burns and are exhausted is displacement (the rise of temperature is disregarded). Here, since the unit of  $Q_{sol}$  is [mm<sup>3</sup>/st.cyl], it has changed the unit of  $Q_{exh}$  into the same unit as  $Q_{ac}$  [mg/st.cyl] by carrying out the multiplication of conversion factor  $GKQFVNT\#$  [mg/mm<sup>3</sup>] to this. Moreover, the multiplication of  $N_e/KCON\#$  is carried out for performing conversion to [g/s] from [mg/st.cyl].

[0140] At step 4, the difference of  $N_e$ ,  $Q_{sol}$ ,  $Q_{ac}$ , and the value in front of  $k$  cycle is computed as the engine-speed variation  $DNE$ , the fuel-oil-consumption variation  $DQ_{sol}$ , and real inhalation air content variation  $DQ_{ac}$ , respectively, and it judges whether an exaggerated boost occurs at steps 5-7 based on these engine-speeds  $N_e$  and the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ . Namely, they are step 5:  $N_e \geq$  predetermined value  $KNEOB\#$  and  $DNE \geq$  predetermined value  $KDNEOB\#$ . They are Step 6:  $Q_{sol} \geq$  predetermined value  $KQFOB\#$  and  $DQ_{sol} \geq$  predetermined value  $KDQFOB\#$ . it is Step 7:  $DQ_{ac} \geq$  predetermined value  $KDQACOB\#$  -- exaggerated [ progress / when any are materialized, judge with an exaggerated boost occurring, and / to steps 11 and 12 and ], while being referred to as boost judging flag  $FOVBT=1$  The exaggerated boost timer  $TMROB$  is reset ( $TMROB=0$ ).

[0141] This flag  $FOVBST$  is used for the operation of the target rate basic value  $R_{vnt0}$ , and the target rate basic value  $R_{vnt0}$  of a bigger value than the time of flag  $FOVBT=0$  calculates it on the conditions that an inhalation air content and the amount of  $EGR(s)$  are the same, at the time of flag  $FOVBT=1$  so that it may mention later by drawing 54 and drawing 59 . Since the adjustable nozzle 53 is closed and, as for the target rate basic value  $R_{vnt0}$ , charge pressure becomes high so that this



value becomes small, at the time of flag FOVBT=1, the adjustable nozzle 53 will be made more into an aperture side from the time of flag FOVBT=0 (charge pressure stops being able to start easily), and an exaggerated boost will be controlled by this. Namely, for the time of flag FOVBT=1, the time of flag FOVBT=0 is usually to this at the operation time at the time of exaggerated boost control.

[0142] The exaggerated boost timer TMROB is for measuring the elapsed time after Flag FOVBT is switched to 1. In addition, although not illustrated, reset of this timer TMROB considers only as the timing which sets Flag FOVBT to 1 from 0, and it carries out through [ of 2nd henceforth ] (processing of step 12 is flown). The timer value increases Timer TMROB with time amount by reset of this timer that what is necessary is just to constitute from an internal timer of CPU.

[0143] If the change at the time of breaking in an accelerator pedal rapidly is shown in drawing 43 in model, the timing which judges generating of an exaggerated boost is flag FOVBT=1 early each time at the order of the target fuel oil consumption Qsol, an engine speed Ne, and the real inhalation air content Qac. If it is going to judge generating of an exaggerated boost only based on the real inhalation air content Qac, since the timing of a judgment is late, since a delay exaggerated boost may occur, dealing with an exaggerated boost will add the target fuel oil consumption Qsol and an engine speed Ne as a parameter for an exaggerated boost judging, and this will bring the timing of an exaggerated boost judging forward, when treading in of an accelerator pedal is rapid.

[0144] In addition, it is shown by the case where Qsol serves as a small value in response to the limit of a smoked limit in early stages of the transient so that drawing 43 may understand well the time lag of three persons' (Qsol, Ne, Qac) signal. Therefore, although the timing of a judgment will be greatly overdue when are accompanied by fuel limit of a smoked limit in this way and it is going to judge generating of an exaggerated boost only based on the real inhalation air content Qac, according to this operation gestalt, when accompanied by fuel limit of a smoked limit, it is born in time allowances to management of exaggerated boost control, and an exaggerated boost can be protected certainly.

[0145] When neither of the three above-mentioned conditions shown in steps 5-7 is materialized, it progresses to step 8 from steps 5, 6, and 7 of drawing 42, and by searching the map which makes drawing 44 the contents from the real displacement Qexh, the amount TQcyl of exaggerated boost judging inspired gas is calculated, and step 9 of drawing 42 compares above amount Qcyl of cylinder inspired gas and this TQcyl. Also when Qcyl is more than TQcyl, it judges with an exaggerated boost occurring, and processing of steps 11 and 12 is performed.

[0146] On the other hand, since an exaggerated boost does not occur when Qcyl is under TQcyl, from step 9, it progresses to step 10 and is referred to as excess boost judging flag FOVBST=0.

[0147] As shown in drawing 44, the amount TQcyl of exaggerated boost judging inspired gas is a property which becomes a crest type mostly to the real displacement Qexh. This takes into consideration the effectiveness property of a turbosupercharger shown in drawing 45. That is, since effectiveness  $\eta$  will fall if effectiveness  $\eta$  (new air volume) increases and the real displacement Qexh is further increased as the real displacement Qexh increases from a small value by the turbosupercharger in drawing 45, TQcyl is set up according to this. In addition, an axis of ordinate is a pressure ratio (manifold pressure Pm / atmospheric pressure Pa).

[0148] Moreover, it is so desirable that atmospheric pressure Pa becomes low also with the same real displacement Qexh to make TQcyl small (refer to drawing 44).

[0149] Drawing 46 is for (the subroutine of step 2 of drawing 41) to set up the exaggerated boost discharge shift flag FCLROB. The reason for having introduced this flag FCLROB is as follows.

Only time amount (exaggerated boost control time amount TTMROB mentioned later) predetermined in control of an exaggerated boost is performed. However, when the adjustable nozzle 53 is shut immediately and it returns to a side (side to which charge pressure starts) just because the time amount passed, there is a possibility that it may become a cause and may cause an exaggerated boost. Then, this exaggerated boost discharge shift flag FCLROB is introduced, and the adjustable nozzle 53 is made to return slowly to the location before exaggerated boost control initiation at the period have become from 0 with a change and excess boost discharge shift flag FCLROB=1 to 1 about this exaggerated boost discharge shift flag FCLROB at the timing (that is, timing end exaggerated boost control) carry out the exaggerated boost judging flag FOVBST as 0 from 1, as shown to drawing 47.



[0150] If a flow is explained concretely, at step 1 of drawing 46, the exaggerated boost timer TMROB and the exaggerated boost judging flag FOVBST will be seen. Since it is [ exaggerated boost ] under control when the exaggerated boost timer TMROB is below the exaggerated boost control time amount TTMROB, or when it is excess boost judging flag FOVBST=1, it progresses to step 4 and the condition of excess boost judging flag FOVBST=1 is continued.

[0151] On the other hand, while carrying out as excess boost judging flag FOVBST=0 in order to progress to steps 2 and 3 from step 1, to end control of an exaggerated boost and to return to normal at the time of operation when other (for example, when it is no longer the conditions which an exaggerated boost generates while having controlled the time of the exaggerated boost timer TMROB exceeding the exaggerated boost control time amount TTMROB, and the exaggerated boost), the exaggerated boost clear timer TMRCLROB is reset (TMRCLROB=0).

[0152] The exaggerated boost clear timer TMRCLROB is for measuring the elapsed time after being set to excess boost judging flag FOVBST=0. In addition, although not illustrated, reset of this timer TMRCLROB is also made only into the timing from which the exaggerated boost judging flag FOVBST switched to 0 from 1, and carries out through [ of 2nd henceforth ] (step 3 is flown). The timer value increases with time amount by reset of this timer that what is necessary is just to constitute from an internal timer of these timers TMRCLROB and CPU.

[0153] Step 5 compares this timer TMRCLROB and the exaggerated boost discharge transit time TTMCLROB. Since it is  $TMRCLROB < TTMCLROB$  immediately after resetting Timer TMRCLROB, it progresses to step 7, and it is set to excess boost discharge shift flag FCLROB=1.

[0154] From next time (that is, after 10ms), it progresses with steps 1, 2, and 5, and Timer TMRCLROB is compared with the exaggerated boost discharge transit time TTMCLROB. If processing of step 7 is repeated and Timer TMRCLROB exceeds TTMCLROB soon while TMRCLROB is below TTMCLROB, from step 5, it will progress to step 6 and will be referred to as excess boost discharge shift flag FCLROB=0. It usually shifts by this at the time of operation.

[0155] The above-mentioned exaggerated boost control time amount TTMROB and the exaggerated boost discharge transit time TTMCLROB which were used for drawing 46 are always (every [ for example, ] 10ms) calculated, as drawing 48 and drawing 51 showed, respectively.

[0156] By searching with step 1 the map which makes drawing 49 the contents from the engine-speed variation DNE and the fuel-oil-consumption variation DQSOL, if it explains from drawing 48 first, the exaggerated boost-control time amount basic value TTMROB0. Moreover, the correction factor KTMROB of exaggerated boost-control time amount is calculated by searching with step 2 the map which makes drawing 50 the contents from the gap from the amount TQcyl of exaggerated boost judging inspired gas of the real inhalation air content variation DQAC and the amount Qcyl of cylinder inspired gas. These products are calculated as exaggerated boost control time amount TTMROB in step 3. In addition, since the operation approach of DQSOL, DNE, DQAC, Qcyl, and TQcyl is the same as that of drawing 42, it is not shown in the flow of drawing 48.

[0157] Enlarging the exaggerated boost-control time amount basic value TTMROB0 is based on the following reason, so that DNE and DQSOL are large, as shown in drawing 49. It is easy to produce an exaggerated boost, so that change of the target fuel oil consumption Qsol as an engine speed Ne or an engine load is large. Then, it is made for exaggerated boost control time amount to become long (so that for it to be got blocked and for DNE and DQSOL to be large), so that change of Ne or Qsol is large. Since an exaggerated boost also tends to generate enlarging the value of a correction factor KTMROB, so that DQAC and Qcyl-TQcyl are large like drawing 50 so that the gap (that is, Qcyl-TQcyl) from change (that is, DQAC) and the decision value of the real inhalation air content Qac is large, it is made for exaggerated boost control time amount to become long according to this.

[0158] By searching with step 1 the table which makes drawing 52 the contents from the atmospheric pressure Pa detected by the atmospheric pressure sensor 38 (refer to drawing 1), if it moves to drawing 51, next, the exaggerated boost discharge transit time basic value TTMCLROB0. Moreover, the correction factor KTMCLROB of exaggerated boost discharge transit time is calculated by searching with step 2 the table which makes drawing 53 the contents from the real displacement Qexh (it has obtained at the drawing 42 step 3). These products are calculated as exaggerated boost discharge transit time TTMCLROB at step 3.

[0159] Having enlarged the exaggerated boost discharge transit time basic value TTMCLROB0 is

based on the following reason on the conditions (for example, high ground) to which an atmospheric pressure  $P_a$  becomes low like drawing 52 . Since displacement becomes large according to the differential pressure of an exhaust pressure and atmospheric pressure, displacement becomes large on the conditions that atmospheric pressure is low, and the work which a turbosupercharger performs according to this becomes large (it becomes easy to produce an exaggerated boost). Then, it is made for the exaggerated boost discharge transit time basic value  $TTMRCLROB0$  to become large on the conditions that an atmospheric pressure  $P_a$  is low. Since an exaggerated boost becomes easy to produce that the real displacement  $Q_{exh}$  enlarged the correction factor  $KTMRCLOB$  of exaggerated boost discharge transit time in the field beyond a predetermined value like drawing 53 from the place where the real displacement  $Q_{exh}$  exceeded the predetermined value, it is made for exaggerated boost discharge transit time to become large in the field in which the real displacement  $Q_{exh}$  exceeded the predetermined value according to this.

[0160] Drawing 54 and drawing 59 (subroutine of step 3 of drawing 41 ) are for calculating the target opening rate  $R_{vnt}$  of the adjustable nozzle 53 ( drawing 54 is the 1st operation gestalt and drawing 59 is the 2nd operation gestalt).

[0161] Here, the opening rate of the adjustable nozzle 53 is the ratio of a current nozzle area to the nozzle area at the time of full open of the adjustable nozzle 53. Therefore, in an opening rate, an opening rate becomes 0% 100% at the time of a close by-pass bulb completely at the time of full open of the adjustable nozzle 53. The reason for adopting an opening rate is for giving versatility (it considering as the value which is not related to the capacity of a turbosupercharger). Of course, it is furnace \*\*\*\*\* even if it adopts the opening area of an adjustable nozzle.

[0162] In addition, charge pressure becomes high, so that the turbosupercharger of an operation gestalt has the smallest charge pressure at the time of full open, and an opening rate is small, since it is the thing of the type as for which charge pressure becomes the highest at the time of a close by-pass bulb completely.

[0163] First, if it explains from the way of drawing 54 of the 1st operation gestalt, target intake air flow  $tQ_{ac}$ , the amount  $Q_{ec}$  of real EGR(s), engine-speed  $N_e$ , the target fuel oil consumption  $Q_{sol}$ , and target EGR rate  $M_{egr}$  will be read at step 1.

[0164] At steps 2 and 3, it is [0165].

[Equation 22]  $tQ_{as0} = (tQ_{ac} + Q_{sol} \times QFGAN\#) \times N_e / KCON\#$ ,  $Q_{es0} = (Q_{ec} + Q_{sol} \times QFGAN\#) \times N_e / KCON\#$  however  $QFGAN\#$ : gain,  $KCON\#$  : by two formulas of constant \*\* The inhalation air content equivalent value  $tQ_{as0}$  (this inhalation air content equivalent value is hereafter called "setting inhalation air content equivalent value") for setting up a target opening rate basic value, The amount equivalent value  $Q_{es0}$  (this amount equivalent value of EGR(s) is hereafter called "amount equivalent value of setting EGR(s)") of EGR(s) for similarly setting up a target opening rate basic value is calculated. In several 22 formulas, adding  $Q_{sol} \times QFGAN\#$  to  $tQ_{ac}$  and  $Q_{ec}$  enables it to perform load amendment to a setting inhalation air content equivalent value and the amount equivalent value of setting EGR(s), and it adjusts the sensibility by gain  $QFGAN\#$ . Moreover,  $N_e / KCON\#$  is a value for changing into the inhalation air content per unit time amount, and the amount of EGR(s).

[0166] Steps 4-10 are based on target EGR rate  $M_{egr}$  and the exaggerated boost judging flag  $FOVBST$ . <1> At  $M_{egr} \geq$  predetermined value  $KEMRAV\#$  and the time of  $FOVBST=1$  (at the time of the actuation region of EGR, and exaggerated boost control) <2> At  $M_{egr} \geq$  predetermined value  $KEMRAV\#$  and the time of  $FOVBST=0$  (at the time [ The actuation region of EGR and usually ] of operation) <3> At  $M_{egr} <$  predetermined value  $KEMRAV\#$  and the time of  $FOVBST=1$  (at the time of the non-operating region of EGR, and exaggerated boost control) <4> It is the part which divides in the case of [ at  $M_{egr} <$  predetermined value  $KEMRAV\#$  and the time of  $FOVBST=0$  (at the time / The non-operating region of EGR and usually / of operation) ] four, and sets up the optimal opening rate for each four \*\*\*\* as a target opening rate basic value  $R_{vnt0}$  (actuation desired value of a supercharger). That is, at the time of <1>, the target opening rate basic value  $R_{vnt0}$  is set up by searching with step 8 the map which similarly makes drawing 56 the contents from  $tQ_{as0}$  and  $tQ_{es0}$  again at the time of <2> by searching with step 7 the map which makes drawing 55 the contents from the setting inhalation air content equivalent value  $tQ_{as0}$  and the amount equivalent value  $tQ_{es0}$  of setting EGR(s). By searching with step 10 similarly the map which makes drawing 57 the contents



from  $tQas0$  and the target fuel oil consumption  $Qsol$  at the time of <3>, the target opening rate basic value  $Rvnt0$  is set up by searching with step 9 the map which similarly makes drawing 58 the contents from  $tQas0$  and  $Qsol$  again at the time of <4>.

[0167] On the other hand, it replaces with the amount equivalent value  $Qes0$  of setting EGR(s), and only the point using target EGR rate  $Megr$  is different from the 1st operation gestalt in the way of drawing 59 of the 2nd operation gestalt (therefore, there is no step 3 of drawing 54). That is, the target opening rate basic value  $Rvnt0$  is set up by searching with step 8 the map which makes drawing 61 the contents from  $tQas0$  and  $Megr$  again at the time of <2> by searching with step 7 the map which makes drawing 60 the contents from  $tQas0$  and  $Megr$  at the time of <1>.

[0168] Since others are the same as that of the 1st operation gestalt, explanation of a flow is omitted.

[0169] Here, although an axis of ordinate is different from drawing 55 and drawing 56, since the properties of drawing 60 and drawing 61 are not drawing 55, drawing 56, and the changing thing fundamentally, they explain the property of the target opening rate basic value  $Rvnt0$  in the way of drawing 55 and drawing 56.

[0170] The target opening rate basic value is made small, so that the amount equivalent value  $Qes0$  of setting EGR(s) increases in the field on the right-hand side of [ big ] the setting inhalation air content equivalent value  $tQas0$ , as shown in drawing 55 and drawing 56. This is because a smoke will occur if new mind will decrease that much if the amount of EGR(s) increases, and an air-fuel ratio inclines to a rich side by this, so it is necessary to make a target opening rate basic value small, and to raise charge pressure so that the amount of EGR(s) increases.

[0171] Moreover, the inclination of the target opening rate basic value represented with drawing 55 and drawing 56 is common to fuel consumption serious consideration and exhaust air serious consideration, and the difference among both is in a concrete numeric value. For example, since the minimum numeric value in this drawing is a value which a turbosupercharger commits efficiently, to being the same also as the example of a setting of fuel consumption serious consideration, and the example of a setting of exhaust air serious consideration, in the field where a numeric value is large, it differs in the example of a setting of fuel consumption serious consideration, and the example of a setting of exhaust air serious consideration, and when it is the conditions that  $tQas0$  and  $Qes0$  are the same, the example way of a setting of fuel consumption serious consideration becomes large. In addition, a target opening rate basic value can also be made into the example of a setting of acceleration serious consideration.

[0172] Here about any of three properties, fuel consumption serious consideration, exhaust air serious consideration, and acceleration nature serious consideration, are adopted. When it collects by drawing 62 and explains (however, they are the above <1> and the case of <2>), this drawing is the basis of the conditions that an engine speed and an engine torque are certain. When an EGR rate is made different by size and smallness, it is shown how fuel consumption, exhaust air (NOx and PM), and an inhalation air content change. Even when an engine speed and an engine torque are the same than this drawing, it turns out that the opening area of the adjustable nozzle from which fuel consumption serves as best, and the opening area of the adjustable nozzle from which exhaust air serves as best differ from the opening area of the adjustable nozzle from which an inhalation air content serves as max (that is, acceleration nature serves as best), respectively. What is necessary is to make an engine speed and an engine torque different, to ask for much data of opening area (opening rate) with which fuel consumption serves as best, and just to assign these data to the map which makes  $tQas0$  and  $Qes0$  ( $Megr$ ) a parameter anew, in order to follow, for example, to create the property of fuel consumption serious consideration.

[0173] Next, the target opening rate basic value at the time of exaggerated boost control (at the 1st operation gestalt, it is drawing 60 and referring to drawing 57 in drawing 55, drawing 57, and the 2nd operation gestalt) is usually made larger than the target opening rate basic value at the time of operation (it is drawing 61 and referring to drawing 58 in drawing 56, drawing 58, and the 2nd operation gestalt at the 1st operation gestalt). This is because what is necessary is just to make it the side (side which enlarges  $Rvnt0$ ) which opens for exaggerated boost control, the side 53, i.e., the adjustable nozzle, which weakens charge pressure.

[0174] In addition, a setup of a target opening rate basic value is not restricted to the above-mentioned thing. Although the target opening rate basic value is set up like drawing 55 and drawing

56 with the 1st operation gestalt from the setting inhalation air content equivalent value  $tQas0$  and the amount equivalent value  $Qes0$  of setting EGR(s), it may replace with this and you may set up from target intake air flow  $tQac$  and the amount  $Qec$  of real EGR(s). Furthermore, it may replace with this and you may set up from target intake air flow  $tQac$  and the amount of target EGR(s) ( $Qec0$ ). Although similarly the target opening rate basic value is set up like drawing 60 and drawing 61 with the 2nd operation gestalt from the setting inhalation air content equivalent value  $tQas0$  and target EGR rate  $Megr$ , it may replace with this and you may set up from target intake air flow  $tQac$  and real EGR rate  $Megr_d$ . Furthermore, it may replace with this and you may set up from target intake air flow  $tQac$  and target EGR rate  $Megr$ .

[0175] Thus, if the target opening rate basic value  $Rvnt0$  which is the actuation desired value of a supercharger is set up based on target intake air flow  $tQac$  and real EGR rate  $Megr_d$  based on target intake air flow  $tQac$  and the amount  $Qec$  of real EGR(s) Even if the amount of target EGR(s) ( $Qec0$ ) and target EGR rate  $Megr$  which are the control-objectives value of EGR equipment change The target intake air flow which makes the optimal fuel consumption, exhaust air, and acceleration nature will be obtained, the controllability of a turbosupercharger including a transient and EGR equipment can improve, and each other engine performance can fully be demonstrated by this. Moreover, simplification of adaptation and simplification of logic are also possible.

[0176] Even if the amount of target EGR(s) and target EGR rate  $Megr$  change to especially a transient in step By the time the amount  $Qec$  of real EGR(s) and real EGR rate  $Megr_d$  catch up with the amount of target EGR(s), or target EGR rate  $Megr$ , there will be delay. Although the target intake air flow which an error arises in the target opening rate basic value  $Rvnt0$  by the gap from the amount of target EGR(s) or target EGR rate  $Megr$ , and makes the optimal fuel consumption, exhaust air, and acceleration nature is no longer obtained If the amount  $Megr_d$  of real EGR(s) which is the value which performed delay processing for the amount  $Qec$  of real EGR(s) which is the value which faced setting up the target opening rate basic value  $Rvnt0$ , and performed delay processing to the amount of target EGR(s) to target EGR rate  $Megr$  again is used Also in a transient, a turbosupercharger is controllable so that the target intake air flow which makes the optimal fuel consumption, exhaust air, and acceleration nature is obtained.

[0177] In drawing 54, the exaggerated boost discharge shift flag  $FCLROB$  is seen at step 11. It progresses to step 13 at the time of  $FCLROB=1$  (at the time of exaggerated boost discharge shift), and is [0178].

[Equation 23]  $Rvnt = (1/TMRCLROB\#) \times Rvnt0 + (1 - (1/TMRCLROB\#)) \times Rvnt_{n-1}$  however a  $TMRCLROB\#$ :time constant,  $Rvnt_{n-1}$ : By the formula of the last  $Rvnt^{**}$ , perform delay processing to the target opening rate basic value  $Rvnt0$ , and calculate the target opening rate  $Rvnt$ . Since the processing at the time of this exaggerated boost discharge shift has a possibility that it may become a cause and may cause an exaggerated boost when it shuts the adjustable nozzle 53 suddenly and returns it to a side (side to which charge pressure starts) after making the adjustable nozzle 53 the aperture side (side to which charge pressure does not start) at the time of exaggerated boost control, the adjustable nozzle 53 is slowly returned to a closing side.

[0179] flag  $FCLROB=0$  [ and ] -- becoming (exaggerated boost discharge shift being completed) -- from step 11, it progresses to step 12 and let the target opening rate basic value  $Rvnt0$  be the target opening rate  $Rvnt$  as it is.

[0180] Drawing 63 (subroutine of step 4 of drawing 41) performs progress processing in order to compensate the dynamics of an inhalation-of-air system to the target opening rate  $Rvnt$  for which it asked as mentioned above.

[0181] The response delay of the new air volume to the control-command value to an actuator 54 Since it consists of response delay of the response delay of the gas flow of pumping, a turbo lug, and actuator 54 itself, Response delay of the gas flow of pumping which included the turbo lug in the response delay of the gas flow of pumping with this operation gestalt, dissociated with the response delay of actuator 54 itself, and includes a turbo lug (this delay is called below "response delay of a supercharger and pumping".) Progress processing is independently performed to each response delay of actuator 54 itself.

[0182] Among these, in drawing 63, progress processing is performed only in consideration of the response delay of a supercharger and pumping (the progress processing only in consideration of the



response delay of actuator 54 itself is referring to drawing 85 ). In this case, since it depends for the time constant of the response delay of a supercharger and pumping on displacement greatly, it progresses with the progress amendment gain Gkvnt, and displacement is set up for the time constant equivalent value Tcvnt of amendment as a parameter. Furthermore, since the time constant of a response was different by the case where it moves to the case where it moves to the side which opens the adjustable nozzle 53, and a closed side, it should respond to each \*\*\*\*. It explains in full detail below.

[0183] In drawing 63 , the target opening rate Rvnt, the target-intake-air-flow delay processing value tQacd, the target fuel oil consumption Qsol, and an engine speed Ne are read at step 1, and it is [0184] at step 2.

[Equation 24]  $Tqexh = (tQacd + Qsol \times QFGAN\#) \times Ne / KCON\#$  however QFGAN#:gain, KCON#: Calculate the real displacement equivalent value Tqexh [mg/st.cyl] by the formula of constant \*\*.

This Tqexh is a value which replaces with target intake air flow tQac in the formula of the upper case which calculates the setting inhalation air content equivalent value tQas0 of the several 22 formulas, and is acquired using the target-intake-air-flow delay processing value tQacd. This makes the signal which changes with the almost same time constant as a time constant in case actual displacement answers. For example, if the change at the time of making the target fuel oil consumption Qsol increase in step is shown in drawing 64 , the real displacement equivalent value Tqexh (refer to the continuous line of the bottom) follows with a sufficient response to change (refer to the broken line of the bottom) of actual displacement.

[0185] Step 3 of drawing 63 compares Cavntn-1 which is the target opening rate Rvnt and the last estimated opening rate. Here, the estimated opening rate Cavnt is the weighted average efficiency of the target opening rate Rvnt, as stated just in the back (step 11 reference of drawing 63 ).

[0186] If it is  $Rvnt > Cavntn - 1$ , (while moving to the side which opens the adjustable nozzle 53) It progresses to steps 4 and 5 and the value TGKVNT0 which searched and obtained the table which makes drawing 65 the contents from the real displacement equivalent value Tqexhd is progressed. The amendment gain Gkvnt Progress, set up the value TTCVNT0 which similarly searched and obtained the table which makes drawing 67 the contents from the real displacement equivalent value Tqexhd as a time constant equivalent value Tcvnt of amendment, and this is received. When it is  $Rvnt < Cavntn - 1$ , (while moving to the side which closes the adjustable nozzle 53) It progresses to steps 7 and 8 and the value TGKVNTC which searched and obtained the table which makes drawing 66 the contents from the real displacement equivalent value Tqexhd is progressed. The amendment gain Gkvnt It progresses and the value TTCVNTC which similarly searched and obtained the table which makes drawing 68 the contents from the real displacement equivalent value Tqexhd is set up as a time constant equivalent value Tcvnt of amendment. Moreover, if Rvnt and Cavntn-1 are the same, in order to progress to steps 9 and 10 and to secure the stability of progress processing, the last progress amendment gain and the time constant equivalent value of progress amendment are maintained.

[0187] The above-mentioned table values TGKVNT0 and TGKVNTC which define the progress amendment gain Gkvnt are values which become so large that the real displacement equivalent value Tqexhd becomes small as shown in drawing 65 and drawing 66 . Since the response delay of a supercharger and pumping becomes large so that displacement is small, a small displacement region progresses and this enlarges amendment gain Gkvnt. moreover, since charge pressure is hard for the way moved to a closed side to stand and it is necessary to enlarge amendment gain, there is making the table value larger than the case ( drawing 65 ) where it moves to the side which opens the way in the case ( drawing 66 ) of moving to the side which closes the adjustable nozzle 53, even when the real displacement equivalent value Tqexhd is the same.

[0188] The above-mentioned table values TTCVNT0 and TTCVNTC which define the time constant equivalent value Tcvnt of progress amendment are values which become so small that the real displacement equivalent value Tqexhd becomes small as shown in drawing 67 and drawing 68 . Since the time constant of the response delay of a supercharger and pumping becomes large so that displacement is small, as for this, a small displacement region enlarges a time constant (therefore, the time constant equivalent value Tcvnt in the relation between a time constant and the inverse number small [ a small displacement region ] ). moreover, since to move to a closed side is [ the time

constant ] larger, making the table value smaller than the case ( drawing 67 ) where it moves to the side which opens the way in the case ( drawing 68 ) of moving to the side which closes the adjustable nozzle 53, even when the real displacement equivalent value  $T_{qexhd}$  is the same doubles with this.

[0189] The time constant equivalent value  $T_{cvnt}$  of the progress amendment for which carried out in this way at step 11 of drawing 63 , and it asked, and the target opening rate  $R_{vnt}$  are used, and it is [0190].

[Equation 25]  $C_{avnt} = R_{vnt} \times T_{cvnt} + C_{avntn-1} \times (1 - T_{cvnt})$ , however  $C_{avntn-1}$ : Calculate the estimated opening rate  $C_{avnt}$  by the formula of the last  $C_{avnt}^{**}$ , set from this value and the target opening rate  $R_{vnt}$  to step 12, and it is [0191].

[Equation 26]  $A_{vnt} = G_{kvnt} \times R_{vnt} - (G_{kvnt} - 1) \times C_{avntn-1}$ , however  $C_{avntn-1}$ : Amend by progressing by the formula of the last  $C_{avnt}^{**}$ , and calculate the amount  $A_{vnt}$  of feedforward of a target opening rate. The progress processing of steps 11 and 12 itself is fundamentally [ as the progress processing shown in steps 4 and 5 of drawing 7 ] the same.

[0192] Furthermore at step 13 of drawing 63 , it is [0193].

[Equation 27] The time constant of  $R_{vnte} = R_{vnt} \times T_{CVNT\#} + (1 - T_{CVNT\#}) \times R_{vnten-1}$ , however the response delay of the  $T_{CVNT\#}$ : actuator 54,  $R_{vnten-1}$ : By the formula of the last  $R_{vnte}^{**}$ , perform delay processing to the target opening rate  $R_{vnt}$ , and calculate the real opening rate  $R_{vnte}$ . Since time constant  $T_{CVNT\#}$  of the response delay of actuator 54 itself does not change also when moving an actuator 54 to the aperture side of the adjustable nozzle 53, and also when moving to a closing side, it is constant value.

[0194] This real opening rate  $R_{vnte}$  is used for the operation (step 7 of drawing 72 , drawing 76 ) of PI gain opening rate correction factor  $G_{kvavnt}$  for a setup of the feedback gain mentioned later, and the operation (step 9 of drawing 80 , drawing 83 ) of the opening rate reflection multiplier  $G_{kvntlav}$  used in the reflection field of an opening rate study value.

[0195] Drawing 69 (subroutine of step 5 of drawing 41 ) is for calculating opening rate correction value (the amount  $A_{vnt}$  of feedbacks and opening rate study value ( $R_{avlr}$ ) of an opening rate), and is performed for every (every 10ms) fixed time amount. Although drawing 69 is a subroutine, since it is preparing the low-ranking subroutine further to processing of each step of drawing 69 to drawing 41 , it is explained focusing on the subroutine of this low order.

[0196] Drawing 70 (subroutine of step 1 of drawing 69 ) is for performing the authorization judging of feedback of an opening rate.

[0197] First, at step 1, it finds whether it is in the feedback field of an opening rate. As shown in drawing 71 , feedback fields (it outlines by a diagram in F/area B) are low loading and a field except the field of a low flow rate. In this field, it is from the ability of most new air volume not to be changed to have removed low loading and the field of a low flow rate, even if it changes the opening rate of the adjustable nozzle 53 (that is, the sensibility of the new air volume to change of an opening rate is small). This can raise the stability of inhalation air content control (charge pressure control) in the field where the sensibility of the displacement to change of an opening rate is small.

[0198] In addition, the hysteresis field is established in the boundary of a feedback field and a non-feeding back field.

[0199] the case where a service condition ( $N_e$ , load) is in a feedback field -- step 2 of drawing 70 -- feedback field flag  $F_{VNFBNEQF} = 1$  -- carrying out -- otherwise, -- coming -- step 3 -- said -- it is referred to as flag  $F_{VNFBNEQF} = 0$ .

[0200] At steps 4-6, it judges whether they are the feedback authorization conditions of an opening rate based on  $F_{CLPVNDTYn-1}$  and air flow meter failure flag  $F_{DGMAF}$  which are target EGR rate  $M_{egr}$  and the last value of the command opening rate clamp flag  $F_{CLPVNDTY}$  (it mentions later by drawing 85 ). That is, it is step 6:  $F_{DGMAF} = 1$  which is step 5:  $F_{CLPVNDTYn-1} = 1$  which is step 4:  $M_{egr} > \text{predetermined value } K_{VNFBMEGR\#}$  (actuation region of EGR) (at the time of KURA MPU of the command opening rate  $A_{vnt}$ ) (at the time of failure of an air flow meter).

when \*\*\*\*\* is materialized, in order to progress to step 8 and to forbid feedback of an opening rate -- feedback authorization flag  $F_{VNFB} = 0$  -- carrying out -- case it is other -- step 7 -- progressing -- said -- it is referred to as flag  $F_{VNFB} = 1$ .

[0201] It is from the following reason to forbid feedback of an opening rate in the actuation region of



EGR. Since feedback control of whenever [ EGR valve-opening ] is carried out in the actuation region of EGR, if feedback control also of the opening rate of the adjustable nozzle 53 is carried out in this field, since hunting by interference of two feedback control will arise, it is for avoiding this. [0202] When the command opening rate  $Avnt$  is clamped, forbidding feedback is based on the following reason. That the command opening rate  $Avnt$  is clamped is the case where it is completed by change of the command opening rate  $Avnt$  so that it may mention later (step 2 of drawing 85, 9 reference). Therefore, it is because it is not necessary to carry out feedback control of the opening rate any more when the command opening rate  $Avnt$  is clamped. Moreover, feedback is forbidden at the time of failure of an air flow meter because [ of fail-safe ].

[0203] Drawing 72 (subroutine of step 2 of drawing 69) is for setting up the feedback gain used for the feedback control of an opening rate.

[0204] At step 1, the target-intake-air-flow delay processing value  $tQacd$ , the real inhalation air content  $Qac$ , the real displacement equivalent value  $Tqexhd$ , and the real opening rate  $Rvnte$  are read.

[0205] The feedback authorization flag  $FVNFB$  is seen at step 2. When it is flag  $FVNFB=1$  (feedback control of an opening rate is performed), it sets to step 4, and it is [0206].

[Equation 28] By the formula of  $Eqac0=Qac-tQacd$ , the control error  $Eqac0$  from the desired value ( $tQacd$ ) of the real inhalation air content  $Qac$  is calculated.

[0207] Here, with both these operation gestalten, although the target intake air flow  $tQac$  set up by the service condition serves as a target in feedback control as it is in the usual feedback control, since it is a controlled system with big dead time and time constant of a response, the control error  $Eqac0$  is searched for like several 28 formulas as desired value [ in / for the target-intake-air-flow delay processing value  $tQacd$  / feedback control ] (the same is said of step 4 of drawing 77 mentioned later).

[0208] On the other hand, when it is flag  $FVNFB=0$  (feedback control of an opening rate is not performed), it progresses to step 3, and it considers as the control error  $Eqac0=0$ .

[0209] The proportional gain basic value  $Gkvntp0$  and the integral gain basic value  $Gkvnti0$  are calculated by searching with step 5 the table which makes drawing 73 and drawing 74 the contents from the control error  $Eqac0$ . In drawing 73 and drawing 74, the neutral zone is formed for acquiring the control stability near the desired value.

[0210] By searching with steps 6 and 7 of drawing 72 the table which makes drawing 75 the contents from the real displacement equivalent value  $Tqexhd$ , by searching the table which makes drawing 76 the contents for the displacement correction factor  $Gkvqexh$  of PI gain from the real opening rate  $Rvnte$  again, the opening rate correction factor  $Gkvavnt$  of PI gain is calculated, and it sets to step 8, and is [0211].

[Equation 29] Proportional gain  $Gkvntp$  and the integral gain  $Gkvnti$  are calculated by the formula of  $Gkvntp=Gkvntp0 \times Gkvqexh \times Gkvavnt$  and  $Gkvnti=Gkvnti0 \times Gkvqexh \times Gkvavnt^{**}$ .

[0212] As shown in drawing 75, the displacement correction factor  $Gkvqexh$  of PI gain is a value which becomes so small that the real displacement equivalent value  $Tqexhd$  becomes large. this is because it is easier to bring it from a small displacement side close to a target a large displacement side even when the change width of face of the opening rate of the adjustable nozzle 53 is the same, so it may be smaller than a small displacement side a large displacement side as a correction factor.

[0213] Like drawing 76, the opening rate correction factor  $Gkvavnt$  of PI gain is a value which becomes so small that the real opening rate  $Rvnte$  becomes small. It is because charge pressure stands from the side (side with the large real opening rate  $Rvnte$ ) which the adjustable nozzle 53 is opening, so the way of the side (side with the small real opening rate  $Rvnte$ ) which the adjustable nozzle 53 has closed needs to make a correction factor small so that the adjustable nozzle 53 has also closed according to this that the way of the side which the adjustable nozzle 53 has closed changed a little opening rate of the adjustable nozzle 53, since new air volume changes sensitively.

[0214] Drawing 77 (subroutine of step 3 of drawing 69) is for calculating the amount  $Avntfb$  of feedbacks of an opening rate.

[0215] After calculating the control error  $Eqac$  according to the value of the feedback authorization flag  $FVNFB$  like steps 1-4 of drawing 72 at steps 1-4, it is step 5, and it is [0216].

[Equation 30] It is step 6 about the proportionality correction value  $Ravfbp$  by the formula of



Ravfbp=GkvntpxEqac again, and is [0217].

[Equation 31]  $Ravfbi = Ravfbin-1 + GkvntixEqac - dTravlr$  however Ravfbi of Ravfbin-1: last time, dTravlr: Calculate the integral correction value Ravfbi by the formula of opening rate study value-change part \*\*, and compute these sums as an amount Avnt fb of feedbacks of an opening rate in step 7.

[0218] He newly adds the 3rd term of the right-hand side, and is trying to deduct dTravlr which is a changed part from the last time of the opening rate study value Travlr to this time with this operation gestalt here from  $Ravfbin-1 + GkvntixEqac$  which is this integral correction value by the case where even the 2nd term of the right-hand side of several 31 formulas is the usual study actuation (the operation period of integral correction value and an opening rate study value is the same in 10ms). The opening rate study value Ravlr is what is updated based on the integral correction value Ravfbi so that it may mention later (two to step 6 reference of drawing 80). In this way, while transposing all or a part of integral correction value Ravfbi to the opening rate study value Ravlr He is trying to subtract only a part to have transposed to the opening rate study value Ravlr from integral correction value in the following cycle for setting constant total opening rate correction value (= Avnt fb+Travlr) during opening rate study.

[0219] Drawing 78 (subroutine of step 4 of drawing 69) is for setting up the study authorization flag FVNLR used for opening rate study. Target EGR rate Megr, atmospheric pressure Pa, water temperature Tw, the control error Eqac0 (it has obtained by drawing 72), and the target-intake-air-flow delay processing value tQacd are read at step 1.

[0220] The judgment of study authorization conditions is performed by checking every one contents of steps 2-9, when each items of all are fulfilled, it permits opening rate study, and when contrary at least one, it forbids opening rate study. Namely, the step 2 : It is step 3: feedback authorization flag FVNFB=1 in a study field. Step 4: Megr is below predetermined value KVNLRMEGR# (that is, non-operating region of EGR). Step 5 :P a is more than predetermined value KVNLRPA# (it is not high ground). Step 6: Tw is more than predetermined value KVNLRRTW# (warming-up completion is carried out). Step 7: The absolute value of the ratio of Eqac0 to tQacd is below predetermined value KVNLRREQA# (disturbance is not contained). Step 8 : When all [ that it is step 9: air flow meter failure judging flag FDGMAF=0 which is excess boost judging flag FOVRBST=0 and excess boost discharge shift flag FCLROB=0 ] are materialized, In order to permit opening rate study at step 10, it is referred to as study authorization flag FVNLR=1, otherwise, it shifts to step 11, and it is referred to as study authorization flag FVNLR=0 in order to forbid opening rate study.

[0221] In addition, even if a target changes, the ratio of the control error Eqac0 and a target (tQacd) is taken at step 7, because he wants to fix the ratio of the control error over a target. You may make it make the absolute value and predetermined value of a control error compare briefly.

[0222] Here, as shown in drawing 79 as a study field, the predetermined field is beforehand given to the target fuel oil consumption Qsol and the engine speed Ne as an engine load. However, it did not pass over drawing 79 to have been shown strictly in model, but it is prepared in the part in the feedback field of an opening rate like drawing 71 in fact. As desirable conditions for a study field, a thing with the sufficient (change of the new air volume to an opening rate is large) sensibility of opening rate study is mentioned.

[0223] Drawing 80 (subroutine of step 5 of drawing 69) is for calculating the opening rate study value Ravlr.

[0224] In step 1, after reading the opening rate study value Ravlr stored in Memory EEPROM (nonvolatile RAM) and storing as Ravlrz which is the last opening rate study value, the study authorization flag FVNLR is seen at step 2. It progresses to steps 3-6 at the time of study authorization flag FVNLR=1, and an opening rate study value is calculated similarly to the usual study approach (updating). That is, the integral correction value Ravfbi as an amount of feedbacks of an opening rate is put into the opening rate study initial value Ravlr0 at steps 3 and 4, and the study rate Kvntlm is calculated by searching the map which makes drawing 81 the contents from a service condition (Ne, Qsol), and it sets to step 5 using these openings rate study initial value Ravlr0 and the study rate Kvntlm, and is [0225].

[Equation 32]  $Ravlr = Ravlr0 \times Kvntlm + (1 - Kvntlm) \times Ravlrn-1$  however the opening rate study value after renewal of Ravlr:, Ravlrn-1: The formula of opening rate study value (= study value read-out

value) \*\* before updating performs weighted average processing, and store the opening rate study value after updating in the above-mentioned memory EEPROM at step 6 (the value after updating is overwritten to the value before updating). If for example, the study rate  $K_{vntlrn}$  is the 1 [ greatest ], when the study rate  $K_{vntlrn}$  is smaller than 1 again, a part of integral correction value  $R_{avfbi}$  will be transposed for all of the integral correction value  $R_{avfbi}$  to the opening rate study value  $R_{avlr}$  by this.

[0226] As shown in drawing 81, the study rate  $K_{vntlrn}$  is made into the value (however,  $K_{vntlrn} \leq 1$ ) which becomes so large that  $Q_{sol}$  and  $N_e$  become large. This is for making opening rate study finish early, so that  $Q_{sol}$  and  $N_e$  become large and  $Q_{sol}$  and  $N_e$  become large corresponding to a thing with high (change of the new air volume to an opening rate is large) sensibility.

[0227] On the other hand, at the time of study authorization flag  $FVNL R=0$ , since it is outside a study field, an opening rate study value cannot be calculated (updating).

[0228] However, with this operation gestalt, the opening rate study value for making the opening rate study value  $R_{avlr}$  which newly added steps 7-10 of drawing 80, and was acquired in the study field reflect outside a study field is calculated in this case. However, the  $R_{avlr}$  as the opening rate study value updated in a study field as a notation of a study value also with the same opening rate study value calculated out of a study field is used. The field which calculates the opening rate study value for making an opening rate study value reflect is a field except a study field among the feedback fields of an opening rate.

[0229]  $R_{avlrn-1}$  (opening rate study value stored in Memory EEPROM just before performing processing of step 7) which is specifically the opening rate study value last at step 7 of drawing 80 is put into the opening rate study initial value  $R_{avlr0}$ . searching with steps 8 and 9 the map which makes drawing 82 the contents from a service condition ( $Q_{sol}$ ,  $N_e$ ) -- the operating-range reflection multiplier  $G_{kvntlnq}$  of an opening rate study value -- moreover, the thing for which the table which makes drawing 83 the contents from the real opening rate  $R_{vnte}$  (actuation actual value of charge pressure) is searched -- the opening rate reflection multiplier  $G_{kvntlav}$  of an opening rate study value -- calculating -- step 10 of drawing 80 -- setting -- [0230]

[Equation 33] The opening rate study value  $R_{avlr}$  in a reflection field is calculated by the formula of  $R_{avlr} = R_{avlr0} \times G_{kvntlnq} \times G_{kvntlav}$ .

[0231] Since the opening rate study value acquired by several 33 formulas makes an opening rate study value reflect out of a study field to the last and it uses, it does not carry out it being different from the opening rate study value updated in a study field, and storing in Memory EEPROM (there is no step corresponding to step 6).

[0232] As shown in drawing 82, it is a value which becomes smaller than 1, so that it separates from the operating-range reflection multiplier  $G_{kvntlnq}$  from a study field (being a study field the 1 [ greatest ]). This has the too large gap from a true opening rate study value by having given the same opening rate study value as a study field also in the field from which it separated from the study field greatly to the ability to consider that a study value almost equivalent to a study field is sufficient near the study field, and since an exaggerated boost may arise, it makes a reflection multiplier small, so that it separates from a study field, in order to avoid this.

[0233] The opening rate reflection multiplier  $G_{kvntlav}$  is a value to which the real opening rate  $R_{vnte}$  becomes small in a small field like drawing 83. This is the property that the property of new air volume over an opening rate is almost similar to an inverse proportion property. In having given the same opening rate study value as the field (field where the standup of charge pressure is bad) where an opening rate is large also in the field (field where the standup of charge pressure is rapid) where an opening rate is small, an opening rate study value is too large. Since an exaggerated boost may arise, in the field where an opening rate is small, a reflection multiplier smaller than the field where an opening rate is large is given.

[0234] From  $R_{avlrz}$  which are the opening rate study value  $R_{avlr}$  which carried out in this way and was calculated at step 11 of drawing 80, and the last opening rate study value [to 0235]

[Equation 34] The opening rate study value-change part (a changed part per 10ms of operation periods)  $dTravlr$  is calculated by the formula of  $dTravlr = R_{avlr} - R_{avlrz}$ . This change part  $dTravlr$  is used for the operation of the amount  $Avnt\ fb$  of feedbacks of an opening rate (step 6 reference of



drawing 77 ). Therefore, with this operation gestalt, total opening rate correction value is kept constant also not only in a study field but in a reflection field.

[0236] All explanation of drawing 69 is ended now.

[0237] Next, drawing 84 (subroutine of step 6 of drawing 41 ) is for calculating the last command opening rate Trvnt.

[0238] The amount Avnt f of feedforward of a target opening rate, the amount Avnt fb of feedbacks of an opening rate, and the opening rate study value Ravlr are read at step 1, and the value which added these in step 2 is computed as a command opening rate Avnt.

[0239] At step 3, in order to compensate the dynamics of an actuator 54, progress processing is performed. This is because there is response delay to the extent that it cannot ignore unlike the case where it is a step motor, when an actuator 54 is a pressure actuator. Drawing 85 explains progress processing of this actuator 54.

[0240] In drawing 85 (subroutine of step 3 of drawing 84 ), the command opening rate Avnt (it has obtained at step 2 of drawing 84 ) is read at step 1, and the absolute value of the difference of this value and Avntn-1 which are the last command opening rate is compared with predetermined value EPSDTY#. If it is referred to as clamp flag FCLPVNDTY=0 of a command opening rate at step 3 and the absolute value of the difference of Avnt and Avntn-1 becomes under predetermined value EPSDTY# when the absolute value of the difference of Avnt and Avntn-1 is more than predetermined value EPSDTY# (there is a command opening rate in the middle of change), from step 2, it will progress to step 9 and will be referred to as clamp flag FCLPVNDTY=1 of a command opening rate.

[0241] The clamp flag FCLPVNDTY is what was newly introduced with this operation gestalt, and it is used in order to forbid the feedback control of an opening rate (refer to drawing 70 ). That is, if set to clamp flag FCLPVNDTY=1, feedback control will be forbidden from next time. This is because it is judged that it was completed by change of the command opening rate Avnt and it is not necessary to carry out feedback control of the opening rate any more in this case from clamp flag FCLPVNDTY=1 (that is, for change of the command opening rate Avnt to have become under a predetermined value).

[0242] After being referred to as step 3 clamp flag FCLPVNDTY=0, it progresses after step 4.

[0243] Step 4 compares Avntn-1 which is the command opening rate Avnt and the last command opening rate. If it is  $Avnt > Avntn - 1$ , (while moving the actuator 54 to the aperture side of the adjustable nozzle 53) Progress to steps 5 and 6, and in the actuator progress amendment gain Gkact and predetermined value TCVACTP#, set up predetermined value GKVACTP# as a time constant equivalent value Tcact of actuator progress amendment, and this is received [ # ]. When it is  $Avnt < Avntn - 1$ , (while moving the actuator 54 to the closing side of the adjustable nozzle 53) It progresses to steps 7 and 8 and the actuator progress amendment gain Gkact and predetermined value TCVACTN# are set up for predetermined value GKVACTN# as a time constant equivalent value Tcact of actuator progress amendment.

[0244] The actuator progress amendment gain Gkact and the time constant equivalent value Tcact of actuator progress amendment are made different in the time of moving the actuator 54 to the time [ of moving to the aperture side of the adjustable nozzle 53 ], and closing side, and it is considering as  $GKVACTP\# < GKVACTN\#$  and  $TCVACTP\# < TCVACTN\#$ . This is because it is necessary to resist an exhaust pressure so when moving an actuator 54 to the closing side of the adjustable nozzle 53, and there is the need of enlarging gain Gkact that much and making a time constant small (the time constant equivalent value Tcact in the relation between a time constant and the inverse number being enlarged).

[0245] On the other hand, after being referred to as clamp flag FCLPVNDTY=1 at step 9, in order to secure the stability of actuator progress processing, it progresses to steps 10 and 11, and the last actuator progress amendment gain and the time constant equivalent value of actuator progress amendment are maintained.

[0246] The time constant equivalent value Tcact of the actuator progress amendment for which carried out in this way at step 12, and it asked, and the command opening rate Avnt are used, and it is [0247].

[Equation 35]  $Cvact = Avnt \times Tcact + Cvactn - 1 \times (1 - Tcact)$ , however Cvactn-1: Calculate the estimated

opening rate  $Cvact$  by the formula of the last  $Cvact^{**}$ , set from this value and the command opening rate  $Avnt$  to step 13, and it is [0248].

[Equation 36]  $Trvnt = Gkact \times Avnt - (Gkact - 1) \times Cvact_{n-1}$ , however  $Cvact_{n-1}$ : Amend by progressing by the formula of the last  $Cvact^{**}$ , and calculate the last command opening rate  $Trvnt$ . The progress processing of steps 12 and 13 itself is fundamentally [ as the progress processing shown in steps 4 and 5 of drawing 7 ] the same.

[0249] Thus, in the flow of drawing 85, progress processing only in consideration of the response delay of an actuator 54 is performed (the progress processing only in consideration of the response delay of a supercharger and pumping was mentioned above in drawing 63).

[0250] Thus, if the last command opening rate  $Trvnt$  which is the value after performing progress processing in consideration of the response delay of actuator 54 itself is calculated, the command opening rate line type-ized processing value  $Ratdty$  will be set up by searching with the return step 4 the table (line type-ized table) which makes drawing 86 the contents from this last command opening rate  $Trvnt$  to drawing 84.

[0251] Like drawing 86, to an opening rate (or opening area), this line type-ized processing is needed, when the command signal to an actuator has an un-\*\*\*\*\* property.

[0252] Drawing 87 (subroutine of step 7 of drawing 41) is for setting up the control-command duty value  $Dtyvnt$  which is an on-duty value (only henceforth a "duty value") given to a pressure control valve 56. First, engine-speed  $Ne$ , the target fuel oil consumption  $Qsol$ , the command opening rate line type-ized processing value  $Ratdty$ , the time constant equivalent value  $Tcact$  of an actuator 54, and water temperature  $Tw$  are read at step 1.

[0253] A duty selection-signal flag is set up at step 2. The flow of drawing 88 explains this flag setup. In drawing 88, the command opening rate  $Avnt$  and the time constant equivalent value  $Tcact$  of an actuator 54 are read at step 1, and it sets from these to step 2, and is [0254].

[Equation 37]  $Adlyvnt = Avnt \times Tcact + Adlyvnt_{n-1} \times (1 - Tcact)$ , however  $Adlyvnt_{n-1}$ : The formula of the last  $Adlyvnt^{**}$  performs delay processing, calculate the estimated opening rate  $Adlyvnt$ , and compare  $Adlyvnt_{n-M}$  which is this value and a value in front of  $M$  (however,  $M$  integral constant) time of the last estimated opening rate in step 3.

[0255] in order to show that it is in an upward tendency or a steady state when it is  $Adlyvnt \geq Adlyvnt_{n-M}$  (when it is in an upward tendency or a steady state) -- step 4 -- actuation direction command flag  $fvnt = 1$  -- carrying out -- other than this -- coming out -- it is referred to as actuation direction command flag  $fvnt = 0$  at step 5. In step 6, in order to separate the case where it is an upward tendency further, and a steady state,  $Adlyvnt$  is compared with  $Adlyvnt_{n-M}$ , and when it is  $Adlyvnt = Adlyvnt_{n-M}$ , it considers as the duty maintenance flag  $fvnt_2 = 1$  at step 7, and, other than this, considers as the duty maintenance flag  $fvnt_2 = 0$  at step 8 then.

[0256] Thus, if two flags  $fvnt$  and a setup of  $fvnt_2$  are ended, the amount  $Dty$  of temperature compensation of return and a duty value will be calculated to step 3 of drawing 87. This operation is explained from the flow of drawing 89.

[0257] In drawing 89, the basic exhaust-gas temperature  $Texhb$  is calculated by searching the map which reads engine-speed  $Ne$ , the target fuel oil consumption  $Qsol$ , and water temperature  $Tw$  at step 1, among these makes drawing 90 the contents in step 2 from  $Ne$  and  $Qsol$  etc. Here,  $Texhb$  is an exhaust-gas temperature after warming-up completion. On the other hand, since it differs from the exhaust-gas temperature after warming-up completion if it is in the middle of warming up, the water temperature correction factor  $Ktexh_{tw}$  of an exhaust-gas temperature is calculated for the table which makes drawing 91 the contents from water temperature  $Tw$  at step 3 by retrieval \*\*\*\*\* etc., and the value which carried out the multiplication of this value to the above-mentioned basic exhaust-gas temperature in step 4 is calculated as an exhaust-gas temperature  $Texhi$ .

[0258] At step 5, it is [0259] from this exhaust-gas temperature  $Texhi$ .

[Equation 38]  $Texhdly = Texhi \times KEXH\# + Texhdly_{n-1} \times (1 - KEXH\#)$  however a  $KEXH\#$ : constant,  $Texhdly_{n-1}$ : Calculate the value which performed delay processing by the formula of the last  $Texhdly^{**}$  as a real exhaust-gas temperature  $Texhdly$ . This performs delay processing for thermal inertia.

[0260] At step 6, the difference  $dTexh$  of the basic exhaust-gas temperature  $Texhb$  and this real exhaust-gas temperature  $Texhdly$  is calculated, and the amount  $Dty$  of temperature compensation of



a duty value is calculated by searching the table which makes drawing 92 the contents in step 7 from this difference dTexh etc. It bears in mind setting up the map (map of Duty h p, Duty h n, Duty l p, and Duty l n) used for the hysteresis correspondence mentioned later to the warming-up completion back for steps 6 and 7, and the amount of amendments according to the difference (that is, dTexh) from the condition is given. In addition, the amendment by the amount Dty t of temperature compensation is processing which is needed when using the actuator which has the temperature characteristic by ambient temperature (refer to drawing 93 ).

[0261] Thus, if the operation of the amount Dty t of temperature compensation is completed, it will return to step 4 of drawing 87 .

[0262] Steps 4-9 of drawing 87 perform hysteresis processing. When this processing is previously explained using drawing 98 , this As opposed to using an upper property (linear characteristic which makes Duty l p the command signal at the time of adjustable nozzle full open, and makes Duty h p the command signal at the time of an adjustable nozzle close by-pass bulb completely), while the command opening rate line type-ized processing value Ratdty is increasing While the command opening rate line type-ized processing value Ratdty is decreasing, the property (linear characteristic which makes the command signal at the time of adjustable nozzle full open and Duty h n the command signal at the time of an adjustable nozzle close by-pass bulb completely for Duty l n) of another bottom is used. In addition, although there is a field where two properties have reversed in the field with Ratdty near 1, this field is not actually used.

[0263] A flag fvnt1 is seen at return and step 4 to drawing 87 . At the time of fvnt=1, the duty value Duty h at the time of an adjustable nozzle close by-pass bulb completely and the duty value Duty l at the time of adjustable nozzle full open are set up, respectively by searching the map (Duty h p map) which progresses to steps 5 and 6 (namely, when an opening rate is increasing or it is in a steady state), for example, makes drawing 94 the contents, and the map (Duty l p map) which makes drawing 95 the contents. On the other hand, the duty value Duty h at the time of an adjustable nozzle close by-pass bulb completely and the duty value Duty l at the time of adjustable nozzle full open are set up, respectively by searching the map (Duty h n map) which progresses to steps 7 and 8 (namely, while an opening rate is decreasing), for example, makes drawing 96 the contents, and the map (Duty l n map) which makes drawing 97 the contents at the time of fvnt=0.

[0264] Thus, it sets to step 9 using the duty value Duty h at the time of the set-up adjustable nozzle close by-pass bulb completely, the duty value Duty l at the time of adjustable nozzle full open, and the above-mentioned command opening rate line type-ized processing value Ratdty, and is [0265].

[Equation 39] The formula of  $Dty\ h = (Duty\ h - Duty\ l) \times Ratdty + Duty\ l + Dty\ t$  performs line type interpolation count, and the command duty value basic value Dty h is calculated. By that is, the thing (hysteresis processing is performed) for which the property of the straight line used for line type interpolation count is changed in the time of the time of a command opening rate line type-ized processing value increasing, or being in a steady state and a command opening rate line type-ized processing value decreasing Even if a command opening rate line type-ized processing value is the same, the command duty value basic value Dty h becomes large from the time of the way when a command opening rate line type-ized processing value is increasing (or steady state) decreasing.

[0266] Another flag fvnt2 is seen at step 10. It progresses to step 11 at the time of fvnt2=1 (that is, there is no command opening rate line type-ized processing value change), and Dtyvntn-1 which is the last control-command duty value (it mentions later) is usually put into the command duty value Dtyv (holding a duty value), it progresses to step 12 at the time of fvnt2=0 (that is, an opening rate is decreasing), and it sets to Dtyv Dty h which is the newest operation value.

[0267] Check control processing of operation is performed at step 13. This processing is explained from the flow of drawing 99 . In drawing 99 , the command duty value Dtyv, engine-speed Ne, the target fuel oil consumption Qsol, and water temperature Tw are usually read at step 1.

[0268] The condition judging for starting check control of operation is performed by checking every one contents of steps 2, 3, 4, and 5, and when each items of all are fulfilled, it goes into measurement of the time amount to control activation further. That is, when step 4:Tw whose step 3:Ne whose step 2:Qsol is under predetermined value QSOLDIZ# (at that is, the time of a fuel cut) is under predetermined value NEDIZ# (that is, middle turn rate region) is step 5:actuation check control ending flag fdiz=0 which is under predetermined value TWDIZ# (that is, before warming-up

completion) (check control of operation is omitted yet), check sequence-control-counter Ctrdiz of operation is incremented at step 6.

[0269] Step 7 compares this check sequence control counter of operation, predetermined value CTRDIZH#, and CTRDIZL#. Here, predetermined value CTRDIZL# and CTRDIZH# define the lower limit of a check sequence control counter of operation, and an upper limit limit, respectively, and CTRDIZH# of CTRDIZL# is a value for about 7 seconds about 2 seconds. Therefore, from the timing which was in agreement with CTRDIZL# whose check sequence control counter of operation is a lower limit, while a check sequence control counter of operation is under CTRDIZH# that is an upper limit limit, it progresses to step 9 and a check control-command duty value of operation is set up. That is, CTRDIZH#-CTRDIZL# becomes the check control execution time of operation.

[0270] The flow of drawing 100 explains a setup of a check control-command duty value of operation. In drawing 100, check sequence-control-counter Ctrdiz of operation and an engine speed Ne are read at step 1, and the control pattern Duty plutonium is set up by searching the table which makes drawing 101 the contents from Ctrdiz-CTRDIZL# ( $\geq 0$ ) in step 2. This moves the adjustable nozzle 53 to a closed position and an open position a short period.

[0271] By searching with step 3 the table which makes drawing 102 the contents from an engine speed Ne, the duty value Duty p ne is set up and the value which multiplied this Duty p ne by the above-mentioned control pattern Duty plutonium in step 4 is calculated as a control-command duty value Dtyvnt. As shown in drawing 102, the duty value Duty p ne by which the control pattern Duty plutonium is multiplied is made into the value according to an engine speed Ne. This assumes that the command values of the duty which checks the switching action of the adjustable nozzle 53 by the engine speed differ. For example, although the adjustable nozzle 53 needs to resist an exhaust pressure and it is necessary to close it, since the exhaust pressure becomes so high that it becomes high rotation, the command value of duty is enlarged corresponding to this. Furthermore, he is trying to lower the value in a high rotation side, so that the bad influence by this control may not be received.

[0272] Return and a check sequence control counter of operation progress to step 15 from step 8 at the time under of CTRDIZL# as a lower limit, and usually let the command duty value Dtyv be the control-command duty value Dtyvnt at drawing 99.

[0273] Moreover, if a check sequence control counter of operation becomes more than CTRDIZH# as an upper limit limit, it progresses to step 10 from step 7, and CTRDIZH# as Ctrdizn-1 and an upper limit limit which is the last check sequence control counter of operation is compared. If it is  $\text{Ctrdizn-1} < \text{CTRDIZH\#}$ , in order to judge immediately after a check sequence control counter of operation becomes more than CTRDIZH# as an upper limit limit and to end check control of operation, it is referred to as control-command duty value  $\text{Dtyvnt}=0$  at step 11. This is for making the adjustable nozzle 53 full open once, and usually securing the control precision at the time of control at the time of check control termination of operation. At step 12, this processing is ended as of operation check control ending flag fdiz=1. Since it cannot progress after step 6 after next time, after putting an engine into operation by this flag fdiz=1, check control of operation is not performed twice.

[0274] After being referred to as of operation check sequence-control-counter Ctrdiz=0 in order to progress to step 14 and to prepare for next time from step 10 when it is not immediately after a check sequence control counter of operation becomes more than CTRDIZH# as an upper limit limit, processing of step 15 is performed.

[0275] In order to forbid check control of operation when Qsol is more than predetermined value QSOLDIZ# (it is not at the fuel cut time), Ne is more than predetermined value NEDIZ# (high rotation region), and Tw is more than predetermined value TWDIZ# (after warming-up completion), after progressing to step 13 and being referred to as flag fdiz=0 from steps 2, 3, and 4 on the other hand, processing of steps 14 and 15 is performed.

[0276] Thus, especially, by making check control of operation perform, when actuation of an actuator 54 is unstable, the time of low temperature etc. becomes smooth and a motion of the adjustable nozzle 53 can make actuation of an actuator 54 more reliable.

[0277] Above, all explanation of drawing 41 is ended.

[0278] Here, an operation of two operation gestalten is explained.



[0279] Change of the real inhalation air content  $Q_{ac}$  at the time of performing opening rate study by the usual study approach, the integral correction value  $R_{avfbi}$ , and the opening rate study value  $R_{avl}$  is shown in drawing 103 for a comparison (refer to continuous line). That is, if step change of the target intake air flow  $tQ_{ac}$  is carried out to the timing of  $t_1$ , the integral correction value  $R_{avfbi}$  will become large by feedback control, and the real inhalation air content  $Q_{ac}$  will approach target intake air flow  $tQ_{ac}$ . Since the real inhalation air content  $Q_{ac}$  does not need to amend any more with this integral correction value  $R_{avfbi}$  that becomes large from  $t_2$  of the timing which was in agreement with target intake air flow  $tQ_{ac}$ , the integral correction value  $R_{avfbi}$  is held at constant value (the integral correction value  $R_{avfbi}$  reaches a balance).

[0280] Then, if opening rate study is started to the timing of  $t_3$  to have integral reached [  $R_{avfbi}$  ] the balance, the opening rate study value  $R_{avl}$  will become large, and total opening rate correction value ( $= R_{avfbi} + R_{avl}$ ) will increase from the timing of  $t_3$ . For this, by the usual study approach, the integral correction value  $R_{avfbi}$  is [0281] also during opening rate study.

[Equation 40]  $R_{avfbi} = R_{avfbi-1} + G_{kvtix} E_{qac}$ , however  $R_{avfbi-1}$ : It is to calculate by the formula of the last  $R_{avfbi}^{**}$ , to become  $R_{avfbi} = R_{avfbi-1}$  from it being control error  $E_{qac} = 0$  in this case, and for integral correction value to maintain constant value.

[0282] however -- even if this total opening rate correction value increases -- the response delay of an inhalation-of-air system -- originating -- the real inhalation air content  $Q_{ac}$  -- not moving -- this condition -- saying -- the phenomenon in which the real inhalation air content  $Q_{ac}$  begins to move, and overshoots suddenly to the timing of  $t_4$  after being generated (section of  $t_3$ - $t_4$ ) arises. For this reason, although the integral correction value  $R_{avfbi}$  decreases from the timing of  $t_4$  in response to this overshoot of  $Q_{ac}$ , opening rate study is suspended to the timing of  $t_5$  which separates from study authorization conditions by what the real inhalation air content  $Q_{ac}$  separates from an allowable error (that is, step 7 of drawing 78 serves as No). Although feedback control of an opening rate is performed after that, vibration of the real inhalation air content  $Q_{ac}$  continues for a while.

[0283] Thus, it becomes disturbance to originate in the response delay of an inhalation-of-air system, and to perform opening rate study on the contrary, the real inhalation air content  $Q_{ac}$  will vibrate, and time amount will be required for the convergence.

[0284] On the other hand, the case of this operation gestalt is repeatedly shown in drawing 103 with a broken line. Although it is the same that the opening rate study value  $R_{avl}$  increases from  $t_3$  which is study initiation timing also with this operation gestalt, while total opening rate correction value has been constant value, it does not change (refer to the broken line of the bottom). While this transposes the integral correction value  $R_{avfbi}$  to the opening rate study value  $R_{avl}$  on study authorization conditions (two to step 6 reference of drawing 80 ), it is because he is trying to subtract only a part (that is,  $dTr_{avl}$  of step 11 of drawing 80 ) to have transposed to the opening rate study value  $R_{avl}$  from integral correction value ( $= R_{avfbi-1} + G_{kvtix} E_{qac}$ ) in the following cycle (step 6 reference of drawing 77 ). Therefore, according to this operation gestalt, since total opening rate correction value does not change during the opening rate study from  $t_3$ , opening rate study ends the timing of  $t_4$  or subsequent ones to the timing of  $t_6$  for the real inhalation air content  $Q_{ac}$  not to become large suddenly, and integral serve as [ which decreases corresponding to the increment in the opening rate study value  $R_{avl} / R_{avfbi}$  ] zero.

[0285] Thus, in case integral correction value is transposed to a study value according to this operation gestalt Since the total opening rate correction value under opening rate study (it contains also during reflection of an opening rate study value) turns into constant value by subtracting only a part to have transposed to the study value from integral correction value in the following cycle, Study actuation does not serve as disturbance, but when it has the big engine inhalation-of-air system of response delay by this, even if it performs opening rate study, the stability of charge pressure (inhalation air content) is maintained.

[0286] On the other hand, after that, when target intake air flow  $tQ_{ac}$  changes again, feedback control of an opening rate is performed, the integral correction value  $R_{avfbi}$  changes, and the above-mentioned actuation is repeated again.

[0287] Moreover, in the field which separated from the study field, although the opening rate study value  $R_{avl}$  is not updated, if the continuity of a operating range is taken into consideration, near the study field, it will become the opening rate study value  $R_{avl}$  almost equivalent to a study field, and



it will be presumed in the field from which it separated from the study field greatly to this that the gap from the opening rate study value  $Ravlr$  in a study field is also large. What was introduced taking advantage of this presumption is the operating-range reflection multiplier  $Gkvntlnq$  shown in drawing 82 , and can make the opening rate study value  $Ravlr$  reflect also to the field which separated from the study field with this operating-range reflection multiplier  $Gkvntlnq$ . Control precision improves from the case where this does not use a study value in the field which separated from the study field.

[0288] Moreover, the property of new air volume over the real opening rate  $Rvnte$  (actuation actual value of charge pressure) is not uniform. Although an opening rate study value is too large and the exaggerated boost may arise in  $Rvnte$  having made the same opening rate study value as the field (field where the standup of charge pressure is bad) where  $Rvnte$  is large reflect also in a small field (field where the standup of charge pressure is rapid) According to this operation gestalt, in the field where  $Rvnte$  is small,  $Rvnte$  can avoid an exaggerated boost also in the field where the standup of charge pressure is rapid by setting up the opening rate reflection multiplier  $Gkvntlav$  (referring to drawing 83 ) which becomes smaller than a large field.

[0289] Moreover, the time constant of the response delay of actuator 54 itself is fixed to the response delay of the real inhalation air content over the control-command value to the actuator 54 for driving the adjustable nozzle 53 (charge pressure adjustable device) consisting of two response delay of the response delay of a supercharger and pumping, and the response delay of actuator 54 itself, among these depending for the time constant of the response delay of a supercharger and pumping on displacement. Therefore, although the control precision of progress processing worsens in having regarded it as the fixed time constant and having performed progress processing, without having faced performing progress processing and separating two response delay, in order to compensate the response delay of the real inhalation air content over the control-command value to an actuator 54 According to this operation gestalt, since it was made to perform progress processing corresponding to each response delay (progress processing of drawing 85 is performed for progress processing of drawing 63 to the response delay of actuator 54 itself to the response delay of a supercharger and pumping), the control precision of progress processing improves.

[0290] The flow chart of drawing 104 and drawing 105 is the 3rd operation gestalt, and replaces drawing 80 shared with two operation gestalten, the 1st and the 2nd. This introduces a separate opening rate study value in the time of moving the actuator 54 to the time [ of moving to the aperture side of the adjustable nozzle 53 ], and closing side. Since a hysteresis arises in the property of the opening rate to a control-command duty value (refer to the drawing 106 ) and the precision of an opening rate study value falls that an opening rate study value is one when an actuator 54 is a pressure actuator, it makes it respond to there being [ the actuation direction of the adjustable nozzle 53 ] two aperture and closing sides to have introduced the separate study value.

[0291] At step 1 of drawing 104 , the command opening rate  $Avnt$  is read and, specifically,  $Avntn-1$  which is this command opening rate  $Avnt$  and the last command opening rate is compared in step 2. If it is  $Avnt > Avntn - 1$ , (while moving the actuator 54 to the aperture side of the adjustable nozzle 53) Progress to steps 3-13 and the opening rate study value  $Ravlro$  when moving the actuator 54 to the aperture side of the adjustable nozzle 53 is calculated. on the other hand, when it is  $Avnt \leq Avntn - 1$ , (while moving the actuator 54 to the closing side of the adjustable nozzle 53) It progresses to steps 15-25 from step 2, and the opening rate study value  $Ravlrc$  when moving the actuator 54 to the closing side of the adjustable nozzle 53 is calculated.

[0292] If steps 3-13 of drawing 104 and steps 15-25 of drawing 105 are compared with steps 1-11 of drawing 80 , as it understands here, it is only what changed into  $Ravlro$  and  $Ravlrc$   $Ravlr$  which is an opening rate study value in drawing 80 . In addition, it is considering as the separate value in the time of moving to the time [ of moving to the aperture side of the adjustable nozzle 53 also about the study rate ( $Kvntlrno$   $Kvntlrnc$ ), the operating-range reflection multiplier ( $Gkvntlnqo$ ,  $Gkvntlnqc$ ), and the opening rate reflection multiplier ( $Gkvntlavo$ ,  $Gkvntlavc$ ) ], and closing side.

[0293] Thus, after calculating each opening rate study values  $Ravlro$  and  $Ravlrc$ , this is put into the opening rate study value  $Ravlr$  at steps 14 and 26.

[0294] According to the 3rd operation gestalt, from an actuator being a pressure actuator, even if it is the case where a hysteresis arises in the property of the opening rate to a control-command duty

value, it is avoidable that the precision of an opening rate study value falls.

[0295] Although the operation gestalt explained by the case where the actuation desired value of a supercharger is the target opening rate  $R_{vnt}$ , it may not be restricted to this and target opening area is sufficient.

[0296] Although the operation gestalt explained the opening rate reflection multiplier  $G_{kvntlav}$  (refer to drawing 83 ) by the case where the real opening rate  $R_{vnte}$  (actuation actual value of a supercharger) is set up as a parameter, the case where the target opening rate  $R_{vnt}$  (actuation desired value of a supercharger) is simply set up as a parameter is sufficient.

[0297] Although the operation gestalt explained by the case where target intake air flow  $t_{Qac}$  is calculated, it may replace with target intake air flow  $t_{Qac}$ , and target charge pressure may be used.

[0298] Although the turbosupercharger from which charge pressure changes according to the opening rate of an adjustable nozzle explained with the operation gestalt, it is not restricted to this and application is also one of the following. That is, since charge pressure will change if the area which gas passes in an exhaust gas turbine is changed, even if it changes the opening rate of scrolling besides a nozzle, or a diffuser, charge pressure changes. After all, since these can change the geometrical configuration (geometry) of an exhaust gas turbine, they are named generically by the adjustable geometric turbosupercharger (Variable Geometric Turbocharger). This invention has application in such an adjustable geometric turbosupercharger. Moreover, the turbosupercharger of a fixed capacity equipped with a waist gate valve also has application.

[0299] Although the operation gestalt explained by the case where the so-called low-temperature premixed combustion from which the pattern of heat release serves as single stage combustion is made to perform, even when it is the usual diesel combustion to which diffusive burning is added after premixed combustion, it cannot be overemphasized that this invention is applicable.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** The control-system Fig. of 1 operation gestalt.

**[Drawing 2]** The outline block diagram of a common rail type fuel injection equipment.

**[Drawing 3]** The flow chart for explaining the operation of target fuel oil consumption.

**[Drawing 4]** The map property Fig. of basic fuel oil consumption.

**[Drawing 5]** The flow chart for explaining the operation of EGR valve-opening opening area.

**[Drawing 6]** The property Fig. of an EGR valve driving signal to EGR valve-opening opening area.

**[Drawing 7]** The flow chart for explaining the operation of the amount of target EGR(s) per cylinder.

**[Drawing 8]** The flow chart for explaining the operation of a cylinder inhalation air content.

**[Drawing 9]** The flow chart for explaining detection of an inhalation air content.

**[Drawing 10]** The property Fig. of an inhalation air content to air flow meter output voltage.

**[Drawing 11]** The flow chart for explaining the operation of a target EGR rate.

**[Drawing 12]** The map property Fig. of a radical Motome label EGR rate.

**[Drawing 13]** The table property Fig. of a water temperature correction factor.

**[Drawing 14]** The flow chart for explaining a high-order detonation judging.

**[Drawing 15]** The flow chart for explaining the operation of the target intake air flow of the 1st operation gestalt.

**[Drawing 16]** The flow chart for explaining the operation of the target intake air flow of the 2nd operation gestalt.

**[Drawing 17]** The flow chart for explaining the operation of a real EGR rate.

**[Drawing 18]** The flow chart for explaining the operation of the time constant equivalent value for collector capacitance.

**[Drawing 19]** The map property Fig. of a volumetric-efficiency equivalent basic value.

**[Drawing 20]** The flow chart for explaining the operation of target intake air flow.

**[Drawing 21]** The map property Fig. of the target-intake-air-flow basic value at the time of EGR actuation.

**[Drawing 22]** The map property Fig. of a target-intake-air-flow correction factor.

**[Drawing 23]** The map property Fig. of the target intake air flow at the time of EGR un-operating.

**[Drawing 24]** The flow chart for explaining the operation of the amount of real EGR(s).

**[Drawing 25]** The flow chart for explaining the operation of two feedback correction factors of EGR control, and study correction factors.

**[Drawing 26]** The flow chart for explaining a setup of a feedback authorization flag.

**[Drawing 27]** The flow chart for explaining a setup of a study value reflection authorization flag.

**[Drawing 28]** The flow chart for explaining a setup of a study authorization flag.

**[Drawing 29]** The flow chart for explaining the operation of the amount feedback correction factor of EGR(s).

**[Drawing 30]** The map property Fig. of the amendment gain of an EGR flow rate.

**[Drawing 31]** The table property Fig. of a water temperature correction factor.

**[Drawing 32]** The flow chart for explaining the operation of the EGR rate-of-flow feedback correction factor.

**[Drawing 33]** The map property Fig. of the amendment gain of the EGR rate of flow.



- [Drawing 34] The table property Fig. of a water temperature correction factor.
- [Drawing 35] Front drawing of the study map of an error rate study value.
- [Drawing 36] The flow chart for explaining renewal of a study value.
- [Drawing 37] The map property Fig. of a study rate.
- [Drawing 38] The flow chart for explaining the operation of the EGR rate of flow.
- [Drawing 39] The map property Fig. of the EGR rate of flow.
- [Drawing 40] The flow chart for explaining the operation of EGR valve-opening opening area.
- [Drawing 41] The flow chart for explaining the operation of the control-command duty value given to a pressure control valve.
- [Drawing 42] The flow chart for explaining a setup of an exaggerated boost judging flag.
- [Drawing 43] The model Fig. showing change of the exaggerated boost judging flag at the time of breaking in an accelerator pedal rapidly.
- [Drawing 44] The map property Fig. of the amount of exaggerated boost judging inspired gas.
- [Drawing 45] The effectiveness property Fig. of a turbosupercharger.
- [Drawing 46] The flow chart for explaining a setup of an exaggerated boost discharge shift flag.
- [Drawing 47] The wave form chart of an exaggerated boost judging flag and an exaggerated boost discharge shift flag.
- [Drawing 48] The flow chart for explaining the operation of exaggerated boost control time amount.
- [Drawing 49] The map property Fig. of an exaggerated boost-control time amount basic value.
- [Drawing 50] The map property Fig. of an exaggerated boost-control time amount correction factor.
- [Drawing 51] The flow chart for explaining the operation of exaggerated boost discharge transit time.
- [Drawing 52] The table property Fig. of an exaggerated boost discharge transit time basic value.
- [Drawing 53] The table property Fig. of an exaggerated boost discharge transit time correction factor.
- [Drawing 54] The flow chart for explaining the operation of the target opening rate of the 1st operation gestalt.
- [Drawing 55] The actuation region of EGR, and the map property Fig. of the target opening rate at the time of exaggerated boost control.
- [Drawing 56] The actuation region of EGR, and the map property Fig. of the target opening rate at the time of usual operation.
- [Drawing 57] The non-operating region of EGR, and the map property Fig. of the target opening rate at the time of exaggerated boost control.
- [Drawing 58] The non-operating region of EGR, and the map property Fig. of the target opening rate at the time of usual operation.
- [Drawing 59] The flow chart for explaining the operation of the target opening rate of the 2nd operation gestalt.
- [Drawing 60] The actuation region of EGR, and the map property Fig. of the target opening rate at the time of exaggerated boost control.
- [Drawing 61] The actuation region of EGR, and the map property Fig. of the target opening rate at the time of usual operation.
- [Drawing 62] An EGR rate, the fuel consumption to opening area, exhaust air, the property Fig. of an inhalation air content.
- [Drawing 63] The flow chart for explaining the operation of the amount of feedforward of a target opening rate.
- [Drawing 64] The wave form chart showing the real exhaust air flow rate equivalent value change at the time of making fuel oil consumption increase in step.
- [Drawing 65] The table property Fig. of the progress amendment gain in the case of moving to the side which opens an adjustable nozzle.
- [Drawing 66] The table property Fig. of the progress amendment gain in the case of moving to the side which closes an adjustable nozzle.
- [Drawing 67] The table property Fig. of the time constant equivalent value of the progress amendment in the case of moving to the side which opens an adjustable nozzle.
- [Drawing 68] The table property Fig. of the time constant equivalent value of the progress

amendment in the case of moving to the side which closes an adjustable nozzle.

[Drawing 69] The flow chart for explaining the operation of opening rate correction value.

[Drawing 70] The flow chart for explaining a setup of a feedback authorization flag.

[Drawing 71] Feedback field Fig.

[Drawing 72] The flow chart for explaining a setup of feedback gain.

[Drawing 73] The table property Fig. of a basic proportional gain basic value.

[Drawing 74] The table property Fig. of a basic integral gain basic value.

[Drawing 75] The table property Fig. of the displacement correction factor of PI gain.

[Drawing 76] The table property Fig. of the opening rate correction factor of PI gain.

[Drawing 77] The flow chart for explaining the operation of the amount of feedbacks of an opening rate.

[Drawing 78] The flow chart for explaining a setup of a study authorization flag.

[Drawing 79] Study field Fig.

[Drawing 80] The flow chart for explaining the operation of an opening rate study value.

[Drawing 81] The map property Fig. of a study rate.

[Drawing 82] The map property Fig. of a operating-range reflection multiplier.

[Drawing 83] The table property Fig. of an opening rate reflection multiplier.

[Drawing 84] The flow chart for explaining the operation of the last command opening rate.

[Drawing 85] The flow chart for explaining progress processing of the actuator itself.

[Drawing 86] The table property Fig. of the formation of a line type.

[Drawing 87] The flow chart for explaining signal transformation.

[Drawing 88] The flow chart for explaining a setup of a duty selection-signal flag.

[Drawing 89] The flow chart for explaining the operation of the amount of temperature compensation of a duty value.

[Drawing 90] The map property Fig. of a basic exhaust-gas temperature.

[Drawing 91] The table property Fig. of a water temperature correction factor.

[Drawing 92] The table property Fig. of the amount of temperature compensation.

[Drawing 93] The temperature profile of an actuator.

[Drawing 94] The map property Fig. of the duty value at the time of an adjustable nozzle close by-pass bulb completely.

[Drawing 95] The map property Fig. of the duty value at the time of adjustable nozzle full open.

[Drawing 96] The map property Fig. of the duty value at the time of an adjustable nozzle close by-pass bulb completely.

[Drawing 97] The map property Fig. of the duty value at the time of adjustable nozzle full open.

[Drawing 98] The hysteresis Fig. when changing a command opening rate line type-ized processing value into a duty value.

[Drawing 99] The flow chart for explaining check control of operation.

[Drawing 100] The flow chart for explaining a setup of a check control-command duty value of operation.

[Drawing 101] The table property Fig. of a control pattern.

[Drawing 102] The table property Fig. of the duty value at the time of check control of operation.

[Drawing 103] The wave form chart for explaining an operation of the 1st and 2nd operation gestalt.

[Drawing 104] The flow chart for explaining the operation of the opening rate study value of the 3rd operation gestalt.

[Drawing 105] The flow chart for explaining the operation of the opening rate study value of the 3rd operation gestalt.

[Drawing 106] The property Fig. of the opening rate to a control-command duty value.

[Drawing 107] The Fig. corresponding to a claim of the 1st invention.

[Description of Notations]

41 Control Unit

52 Exhaust Gas Turbine

53 Adjustable Nozzle

54 Actuator

---

[Translation done.]



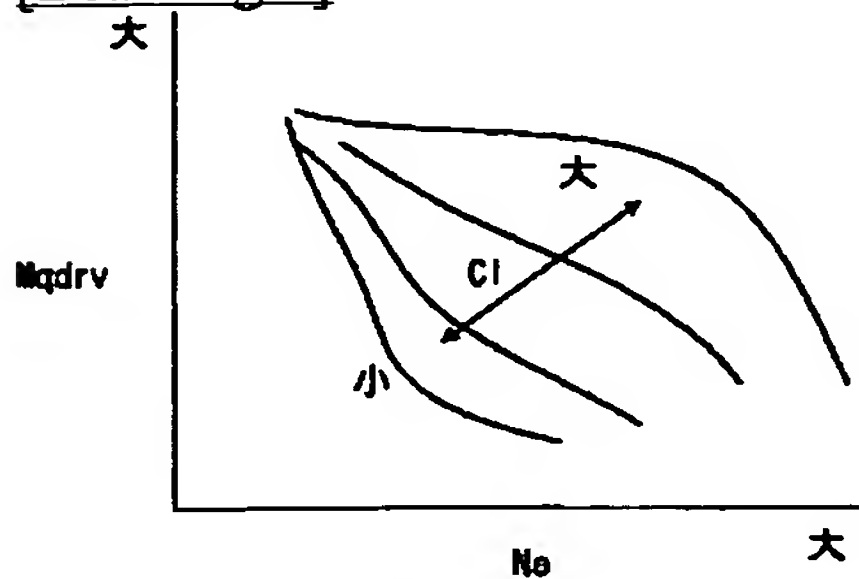
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

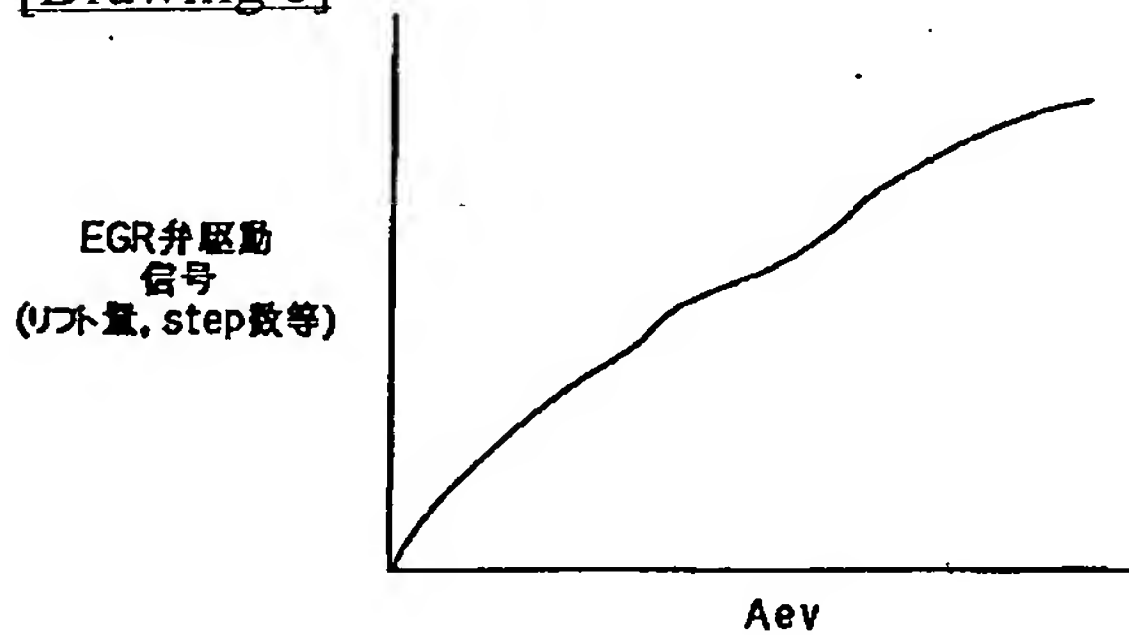
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 4]

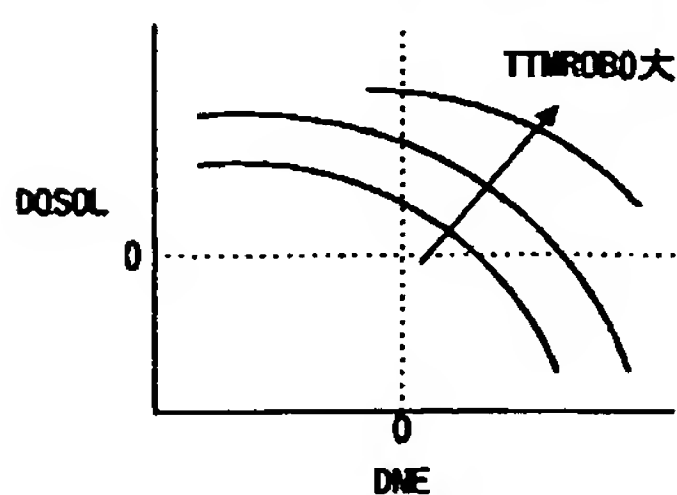


[Drawing 6]

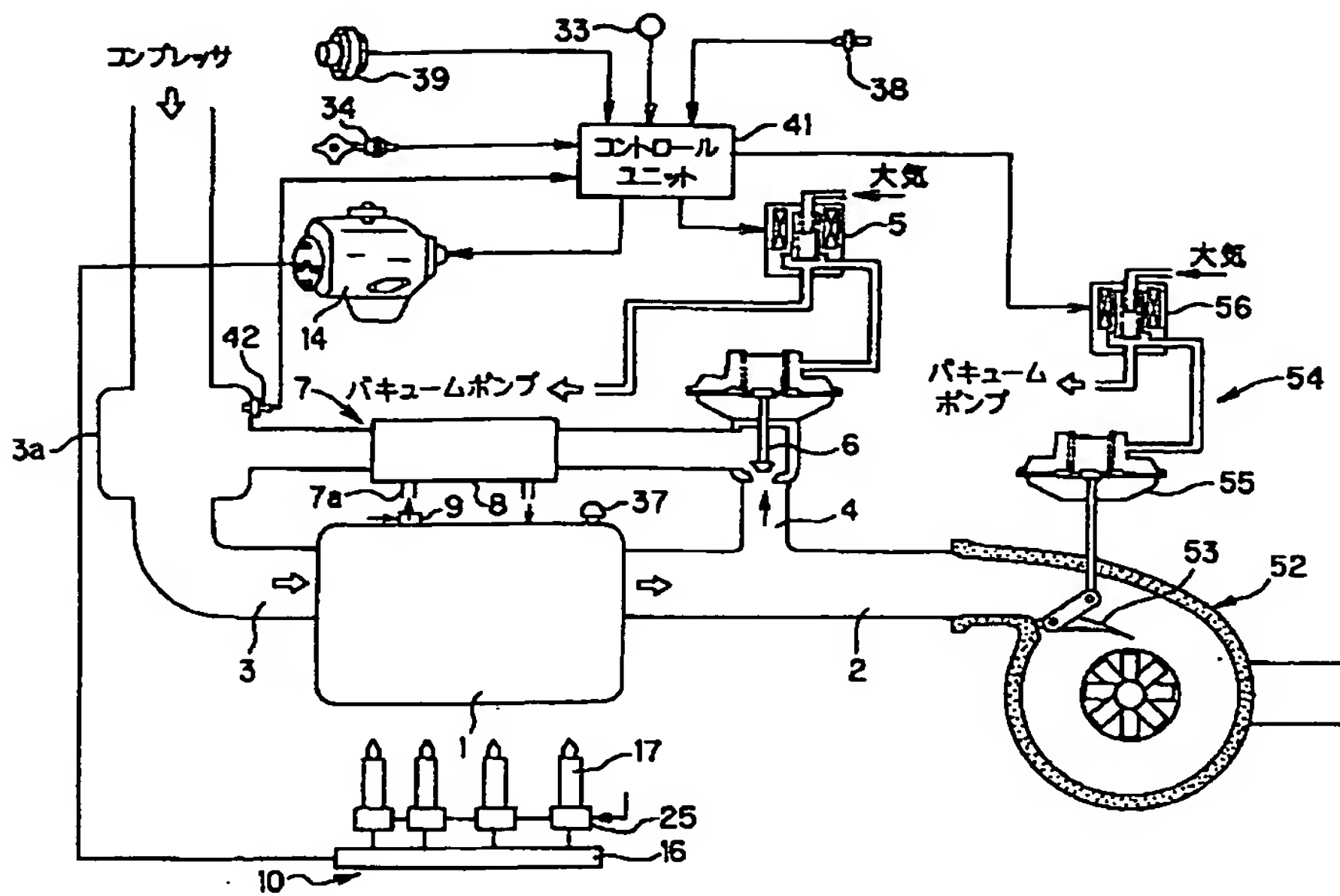


[Drawing 49]

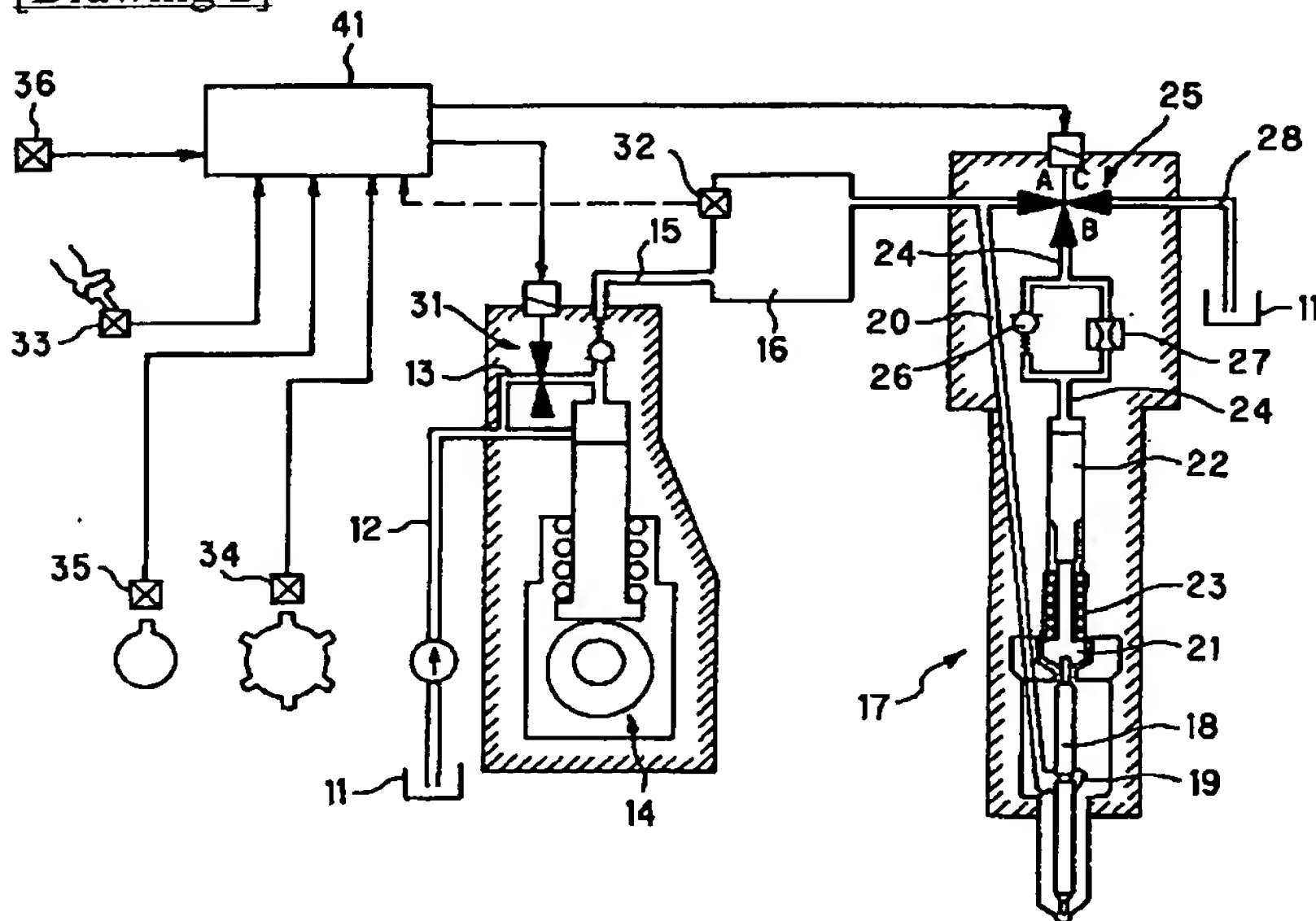
オフ・ア・フ・ス制御時間基本値777



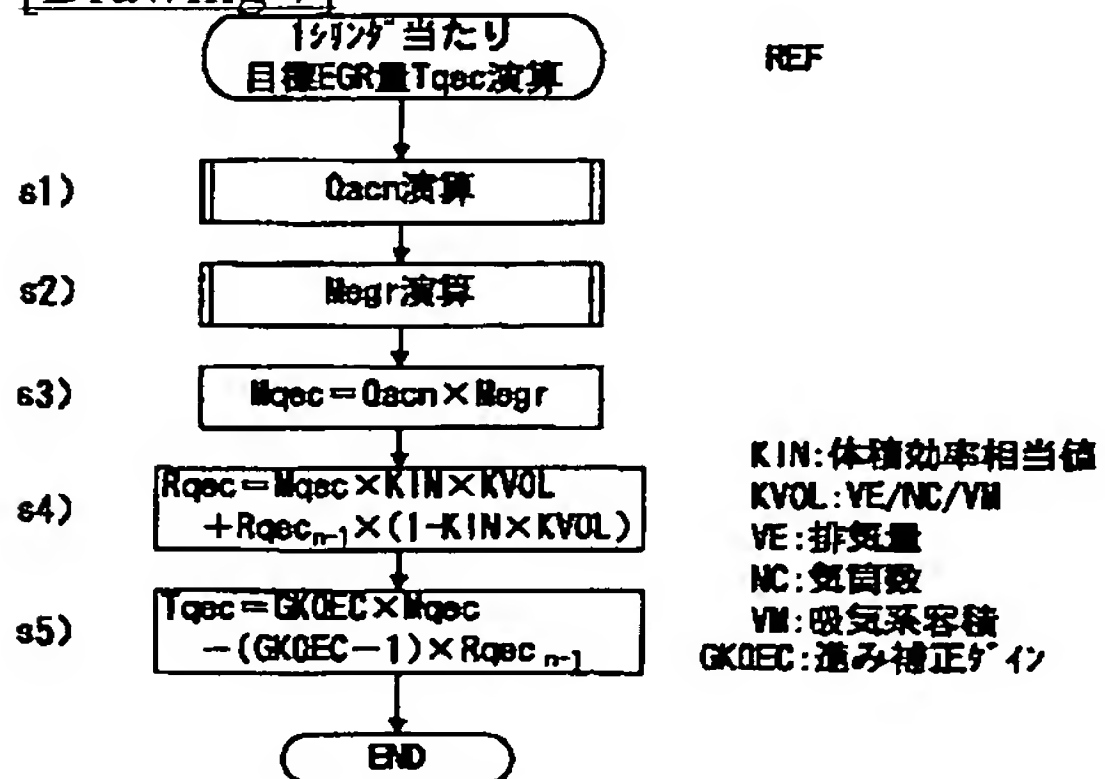
[Drawing 1]



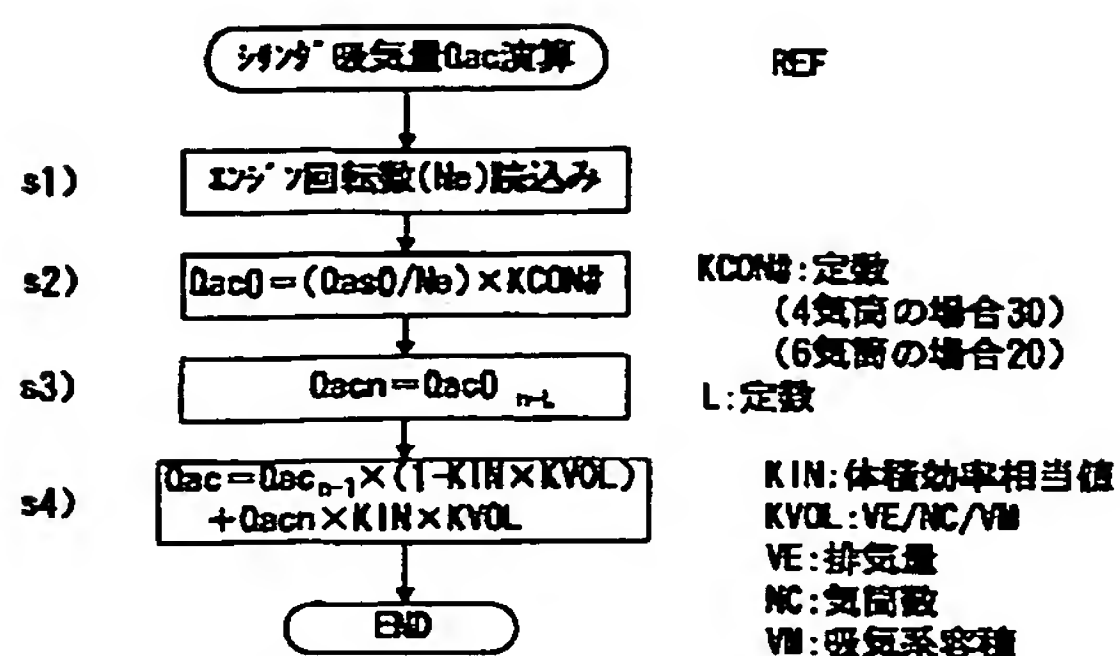
[Drawing 2]



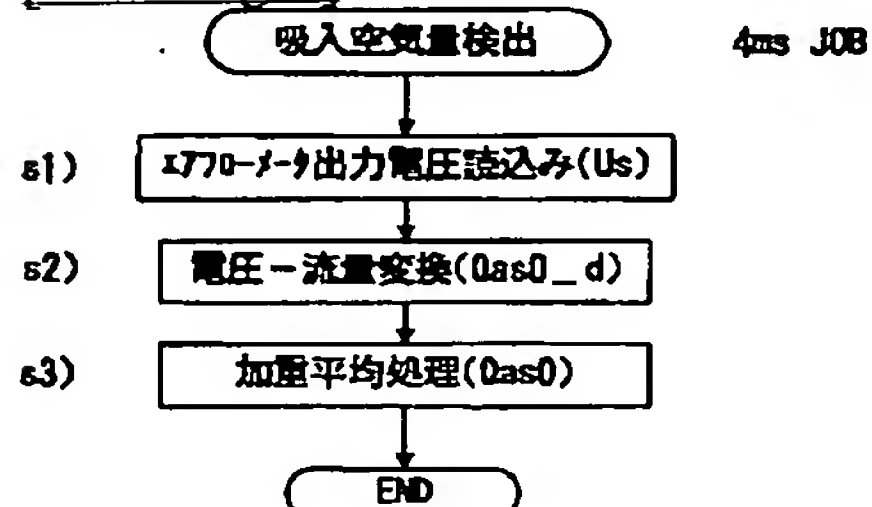
[Drawing 7]



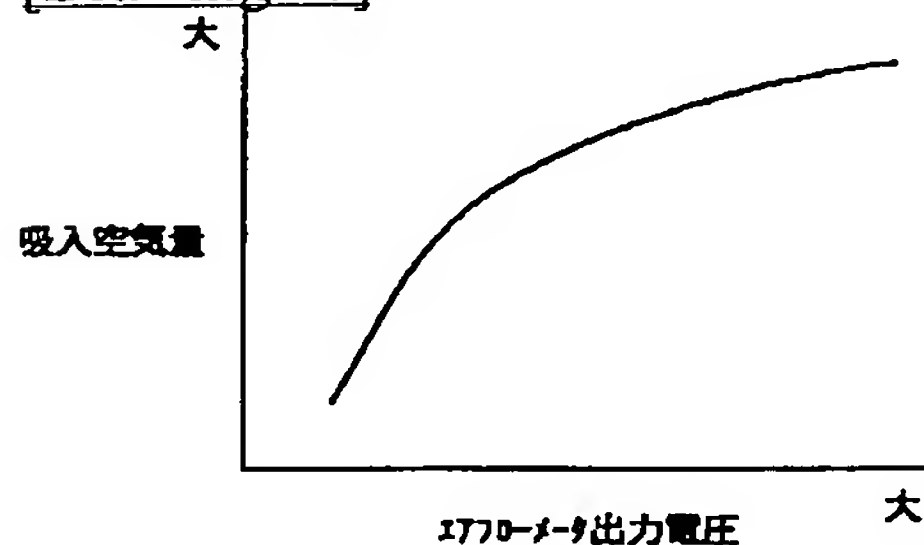
[Drawing 8]



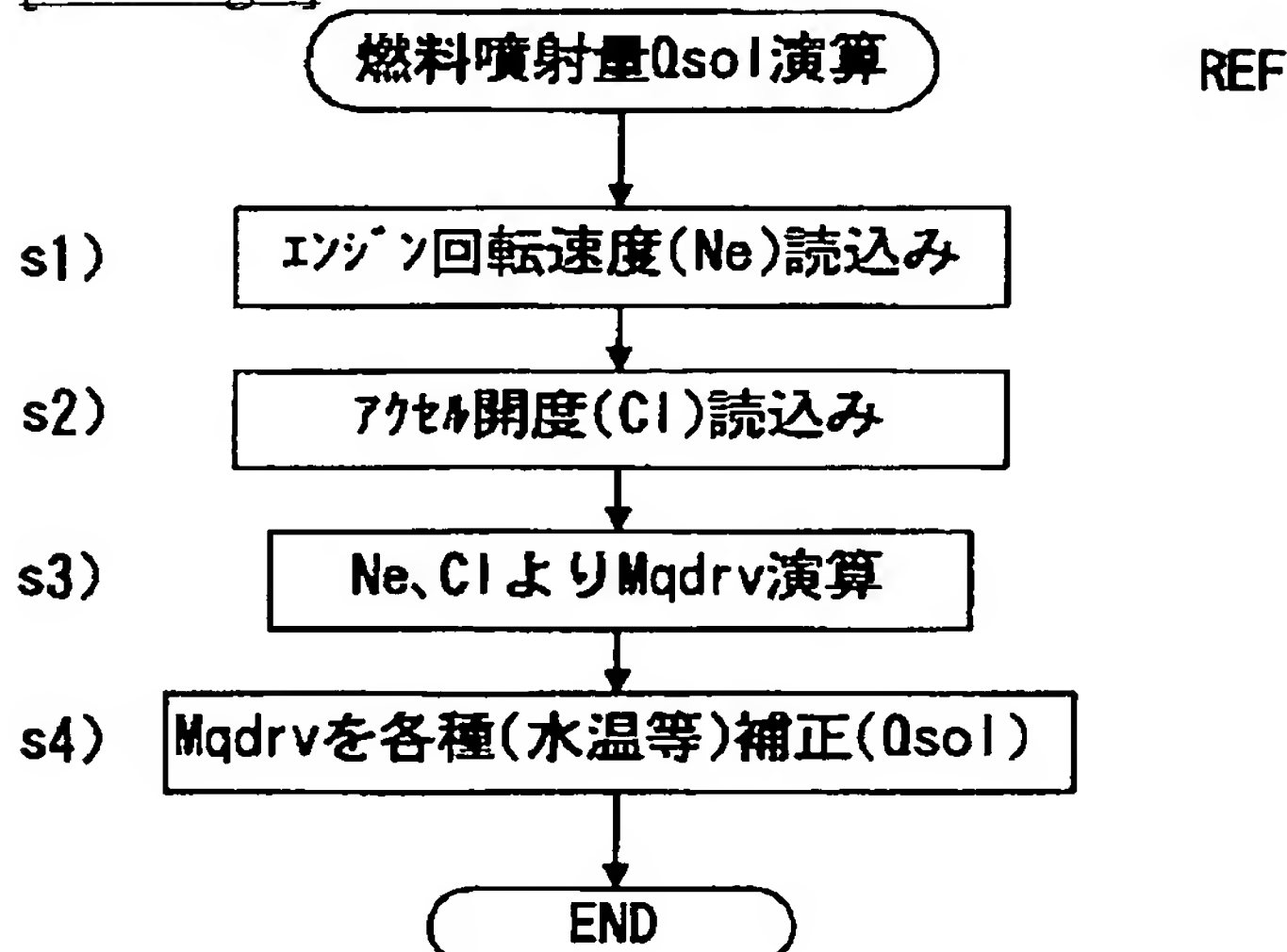
[Drawing 9]



[Drawing 10]

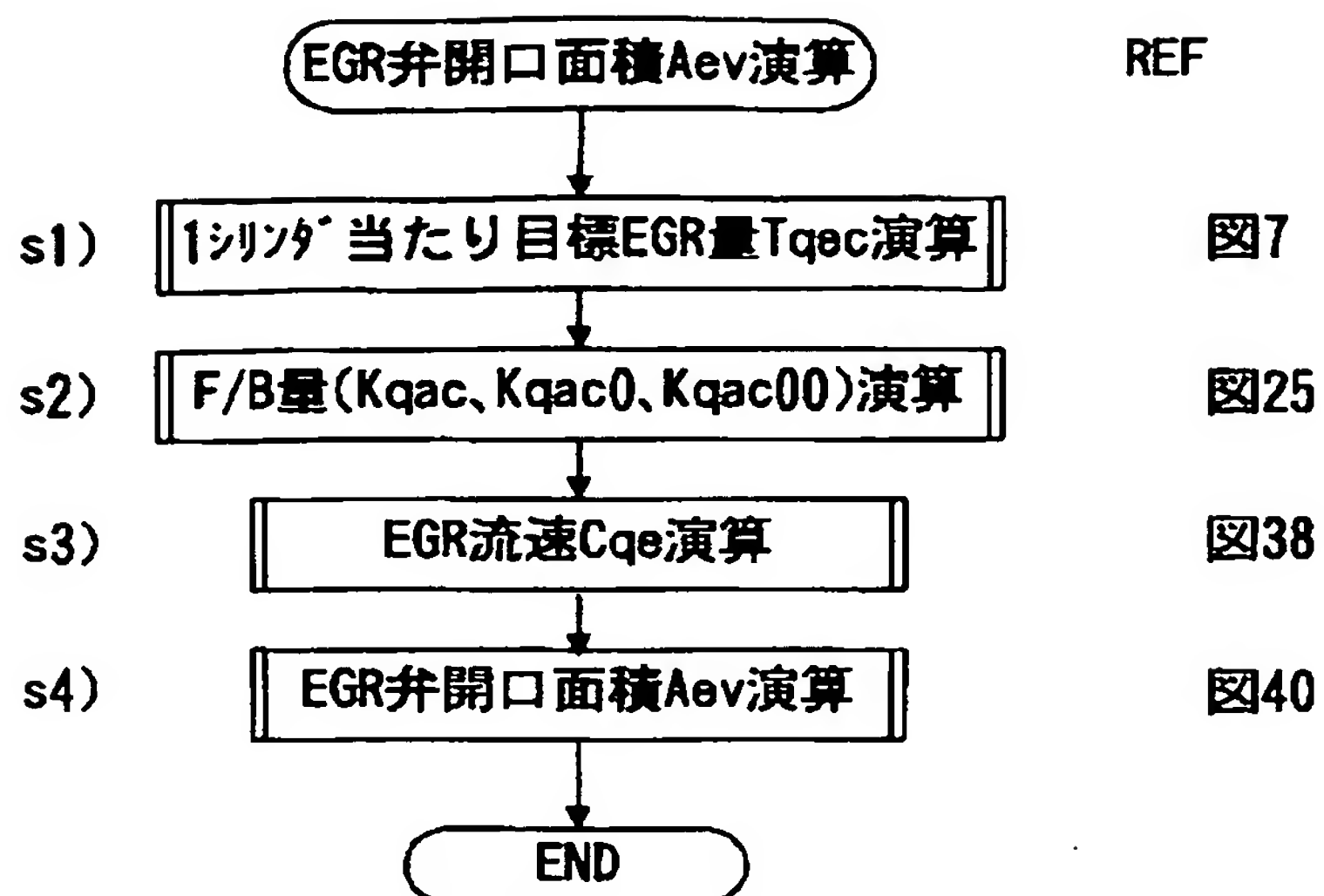


[Drawing 3]

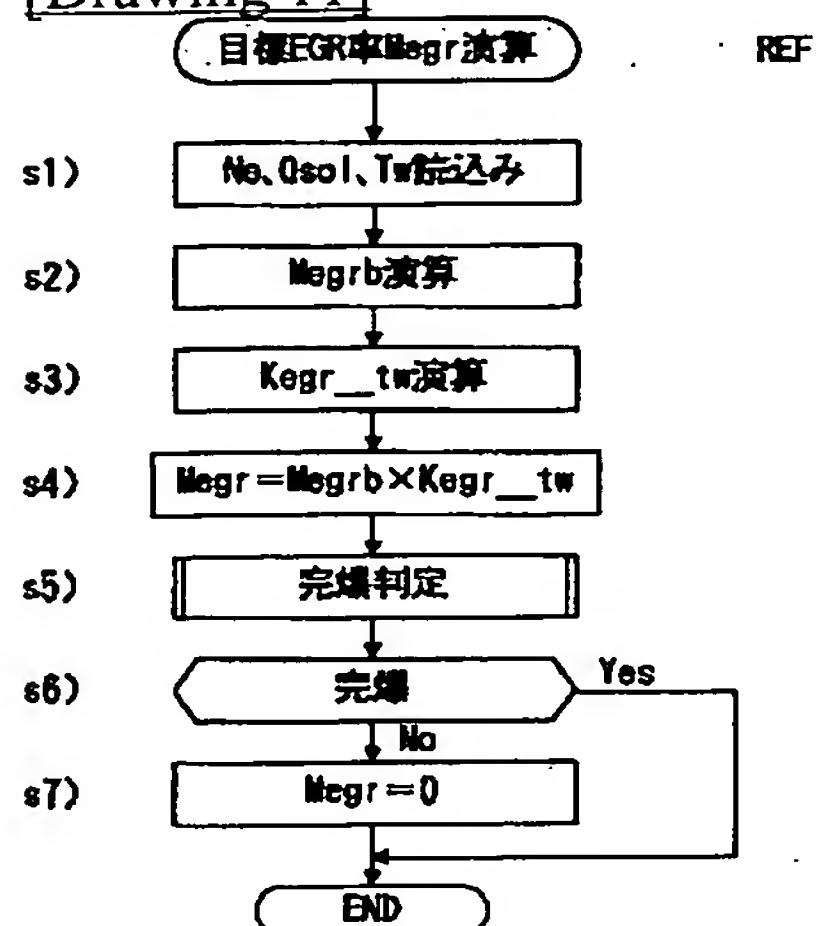


[Drawing 5]

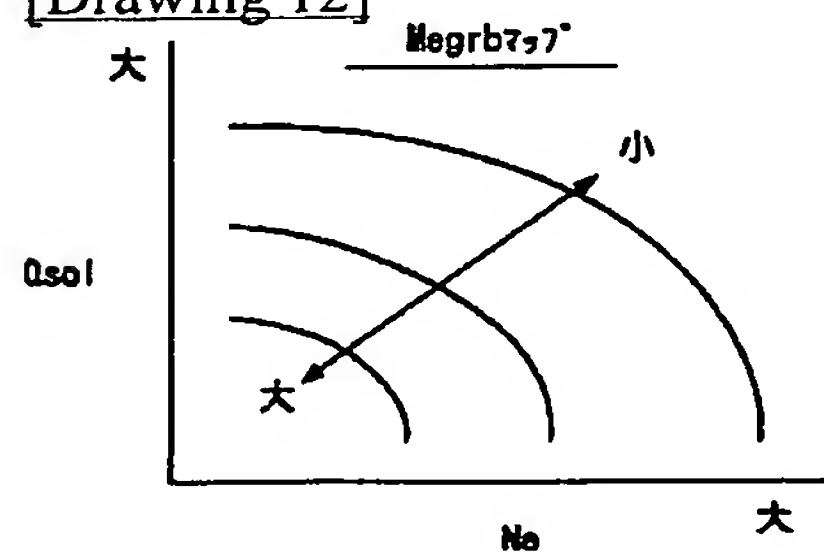




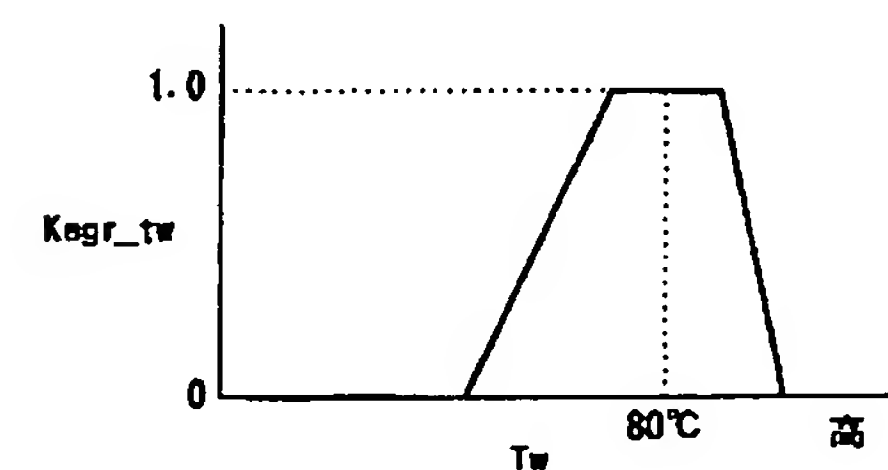
[Drawing 11]



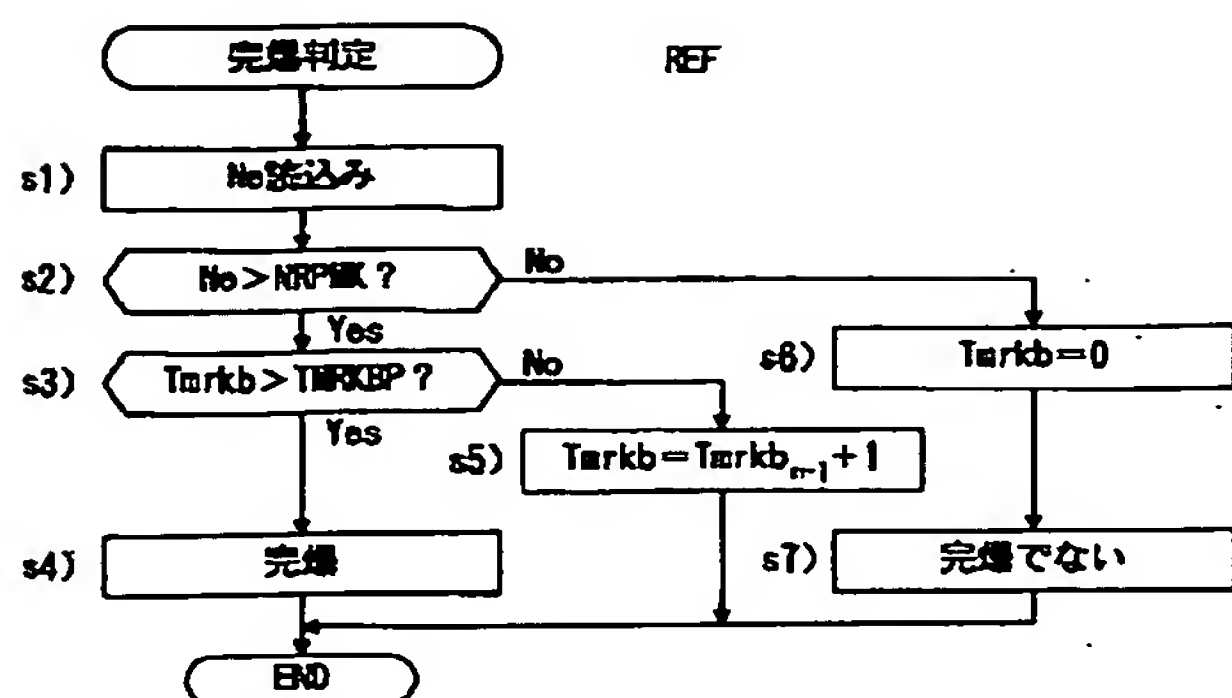
[Drawing 12]



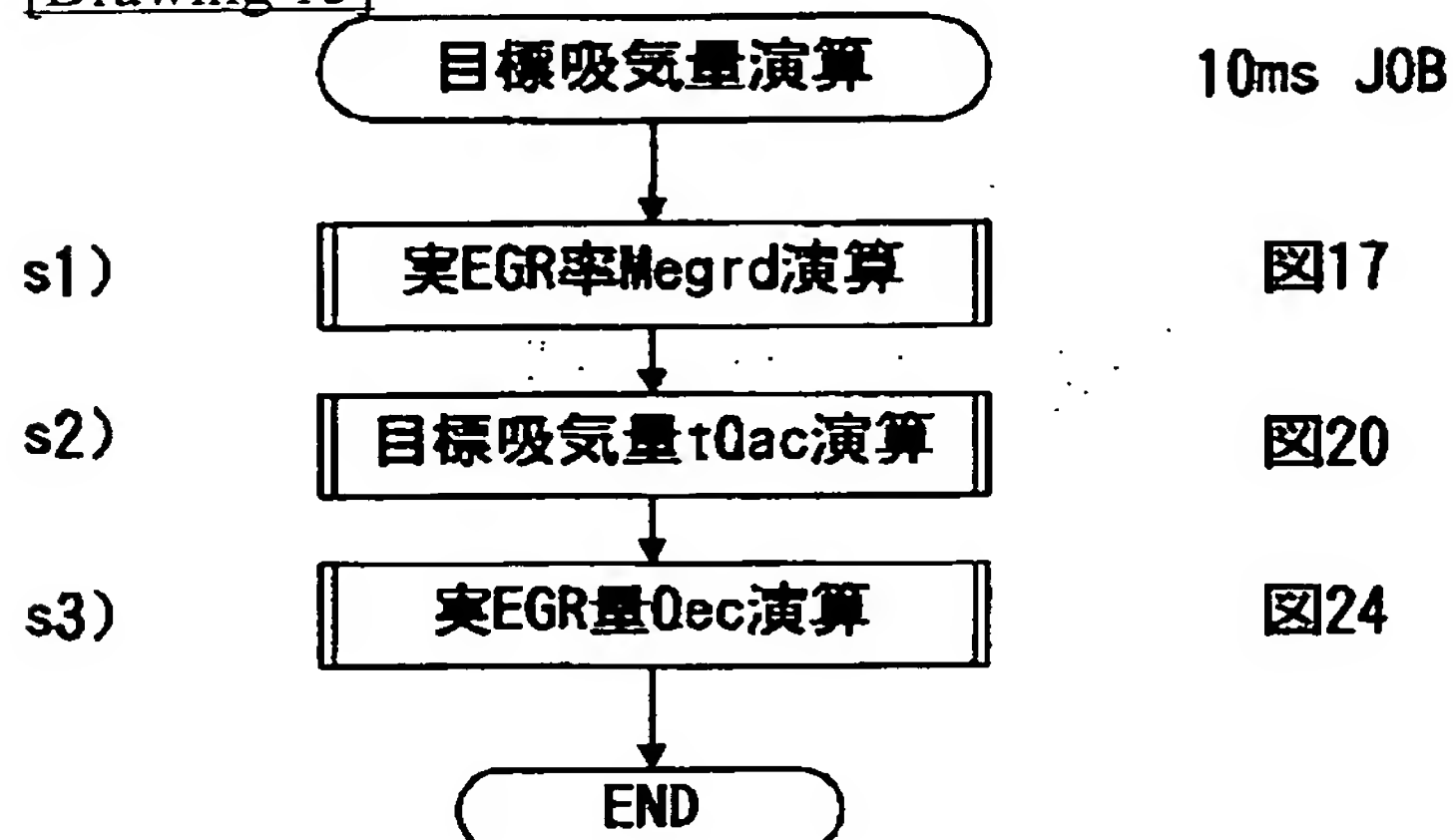
[Drawing 13]



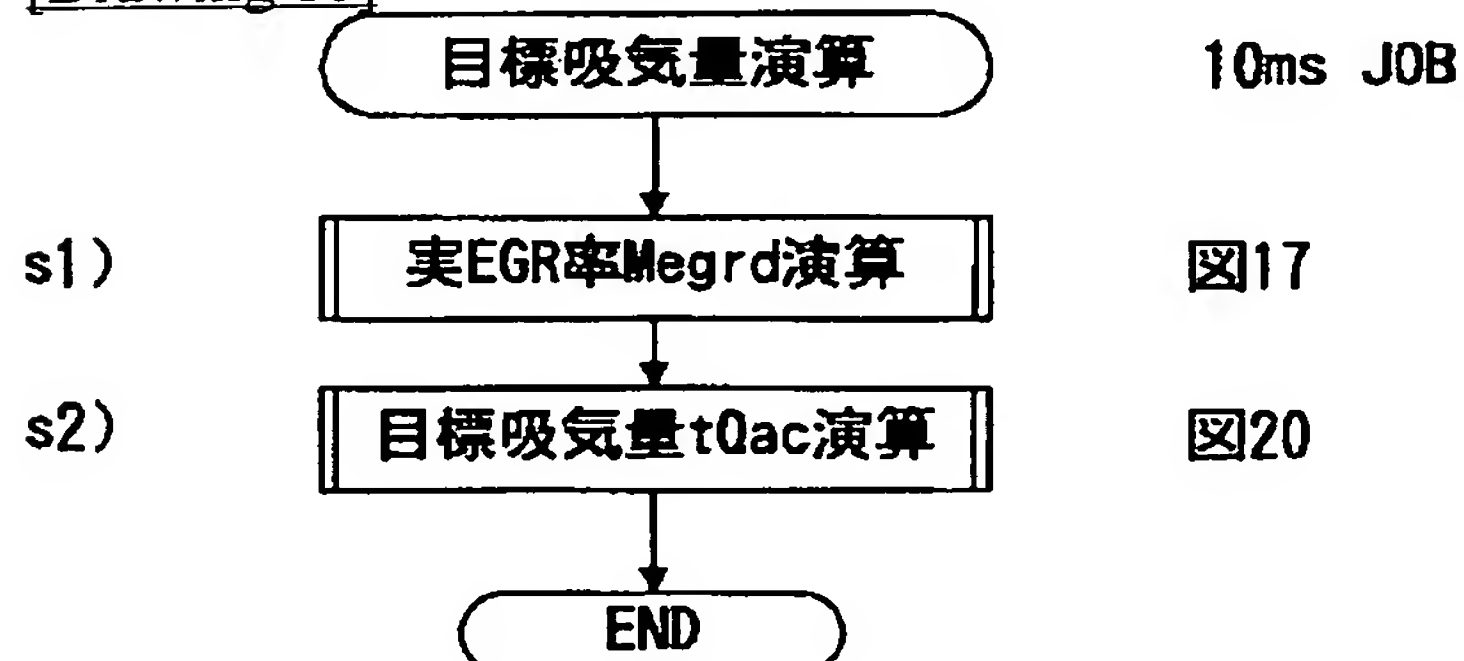
[Drawing 14]



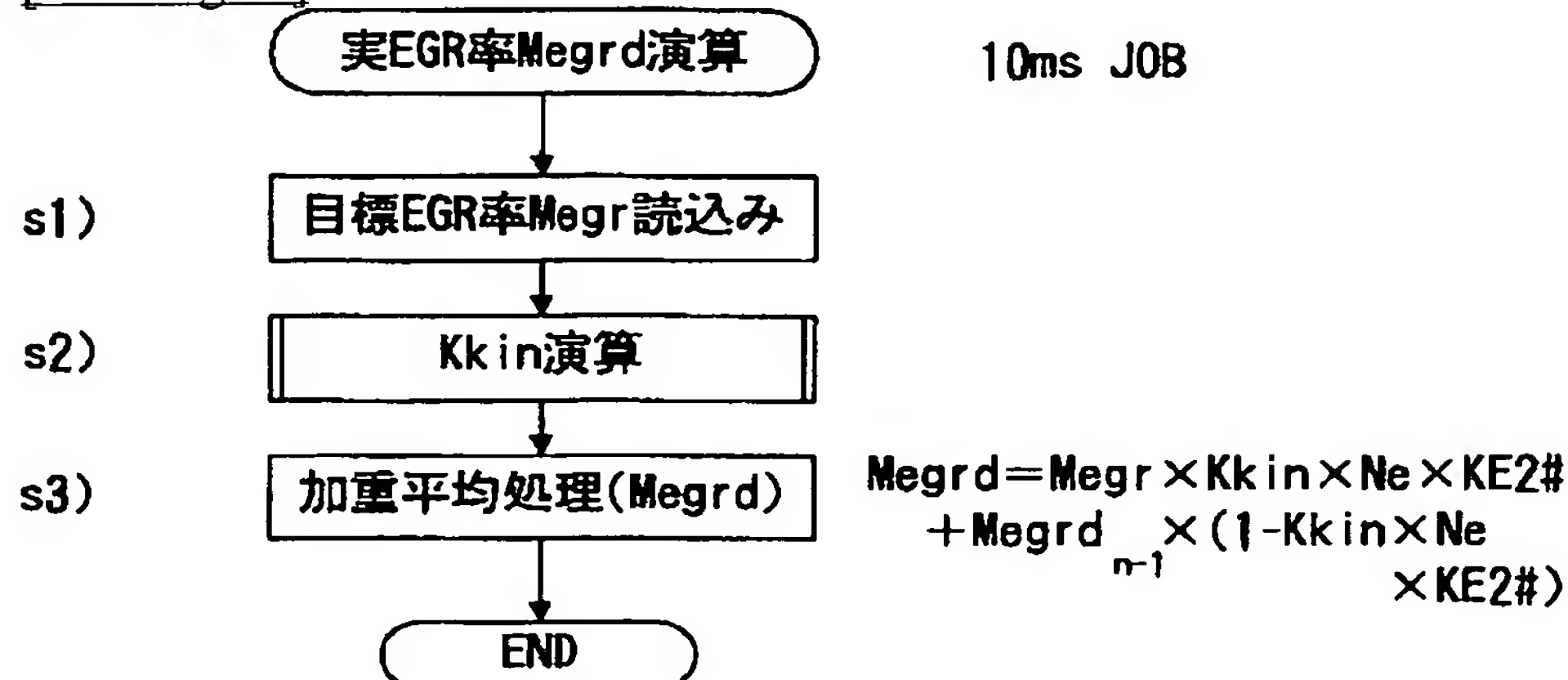
[Drawing 15]



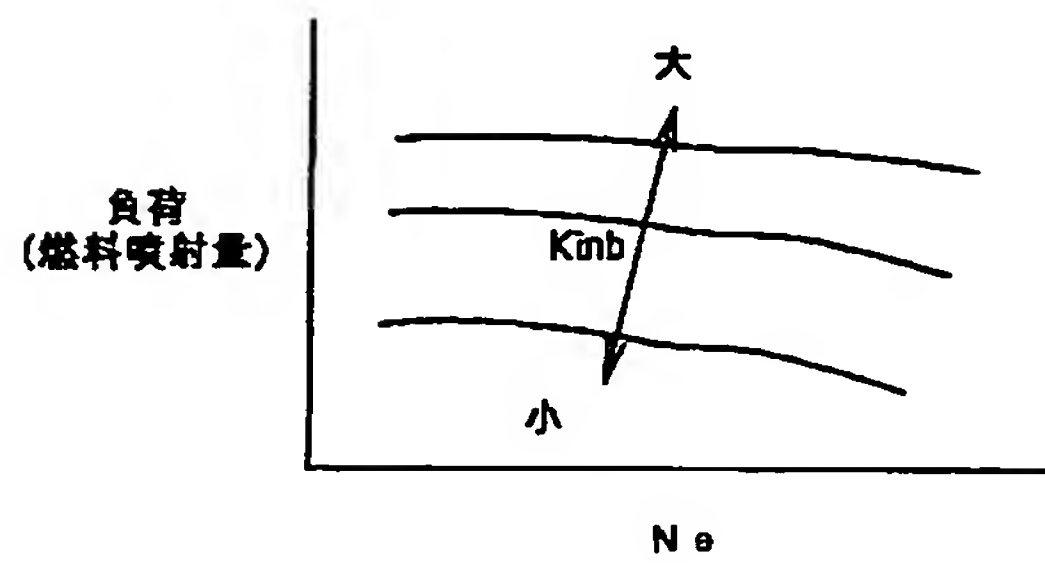
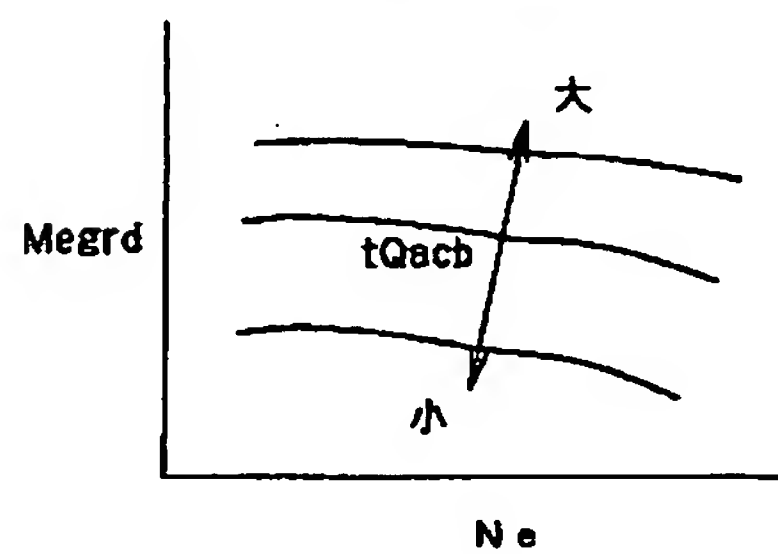
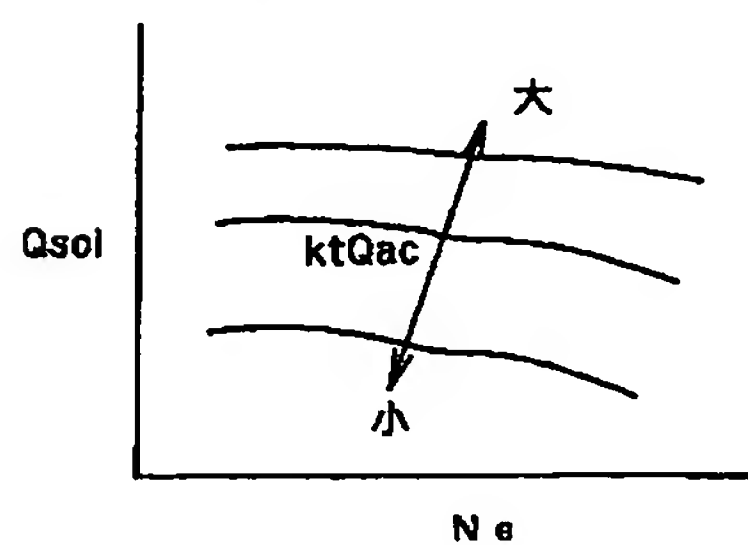
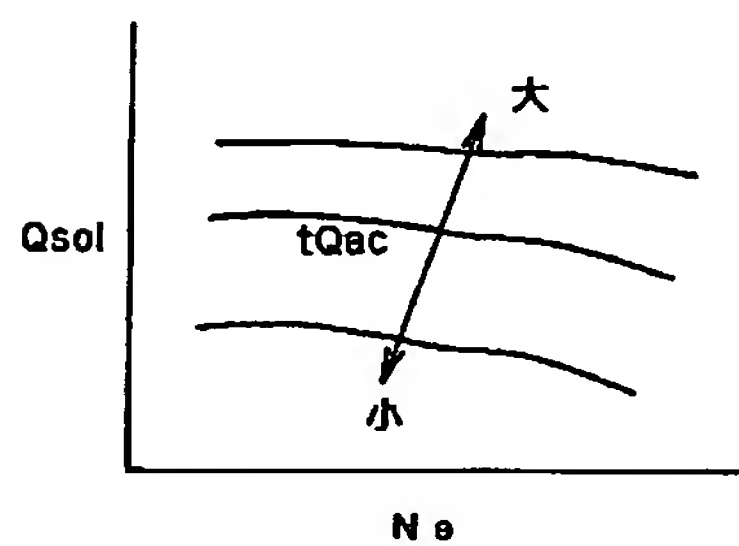
[Drawing 16]



[Drawing 17]



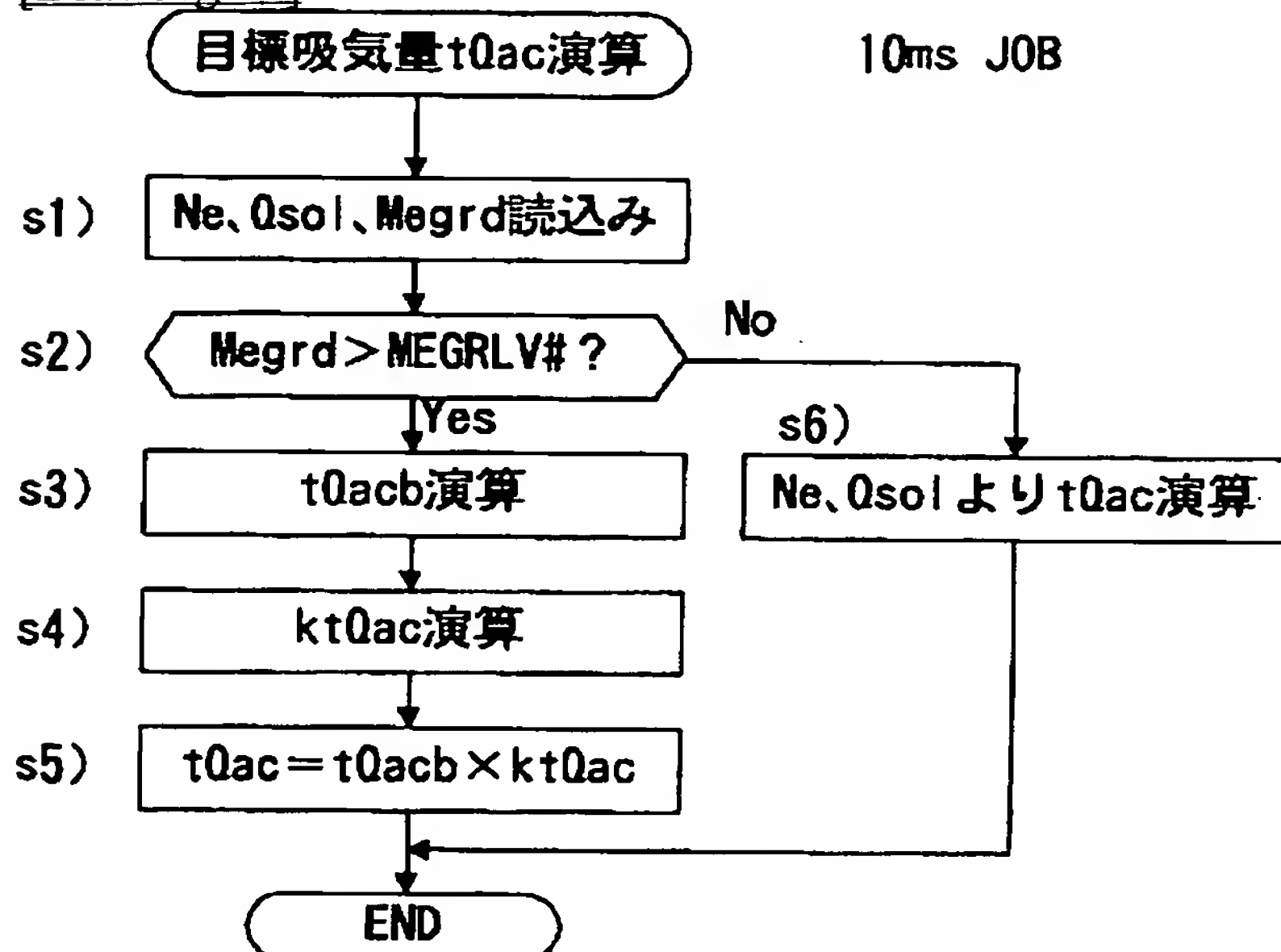
[Drawing 19]

体積効率相当値 $K_{inb}$ マップ[Drawing 21]目標吸気量基本値 $tQ_{ac}$ マップ[Drawing 22]目標吸気量補正係数 $ktQ_{ac}$ マップ[Drawing 23]目標吸気量マップ[Drawing 18]

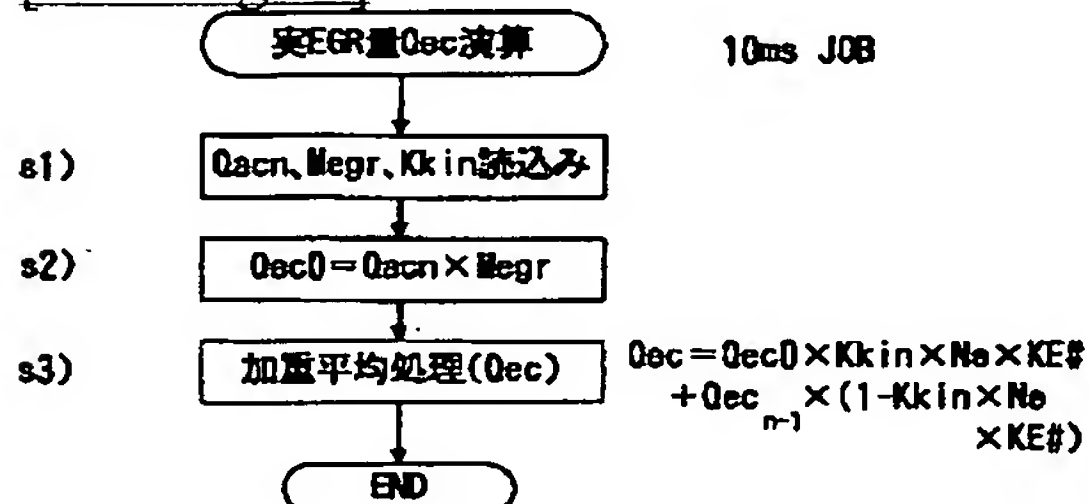




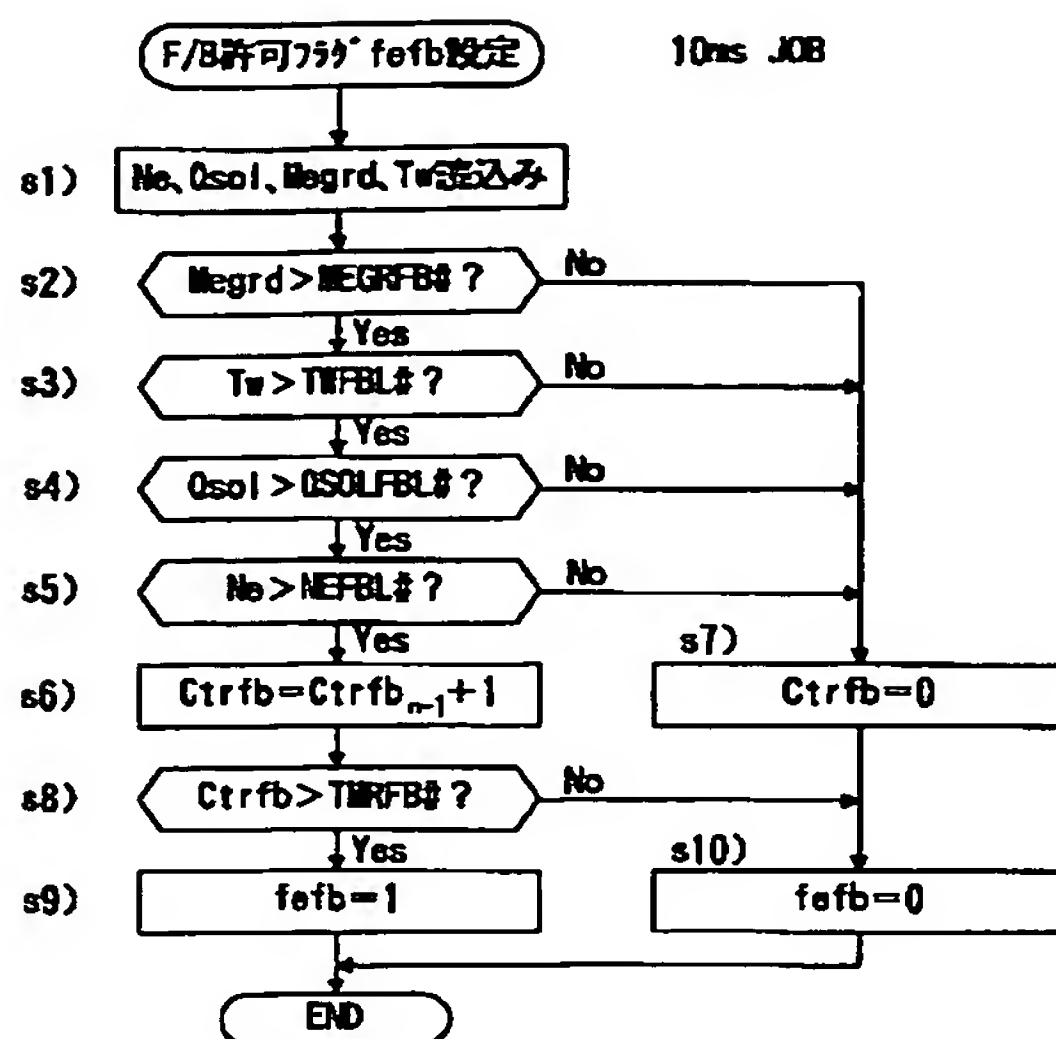
[Drawing 20]



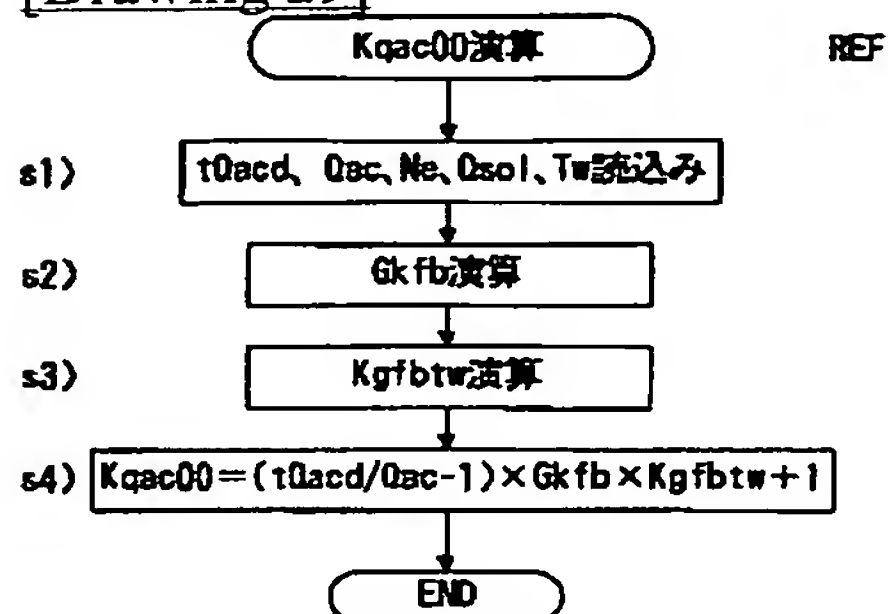
[Drawing 24]



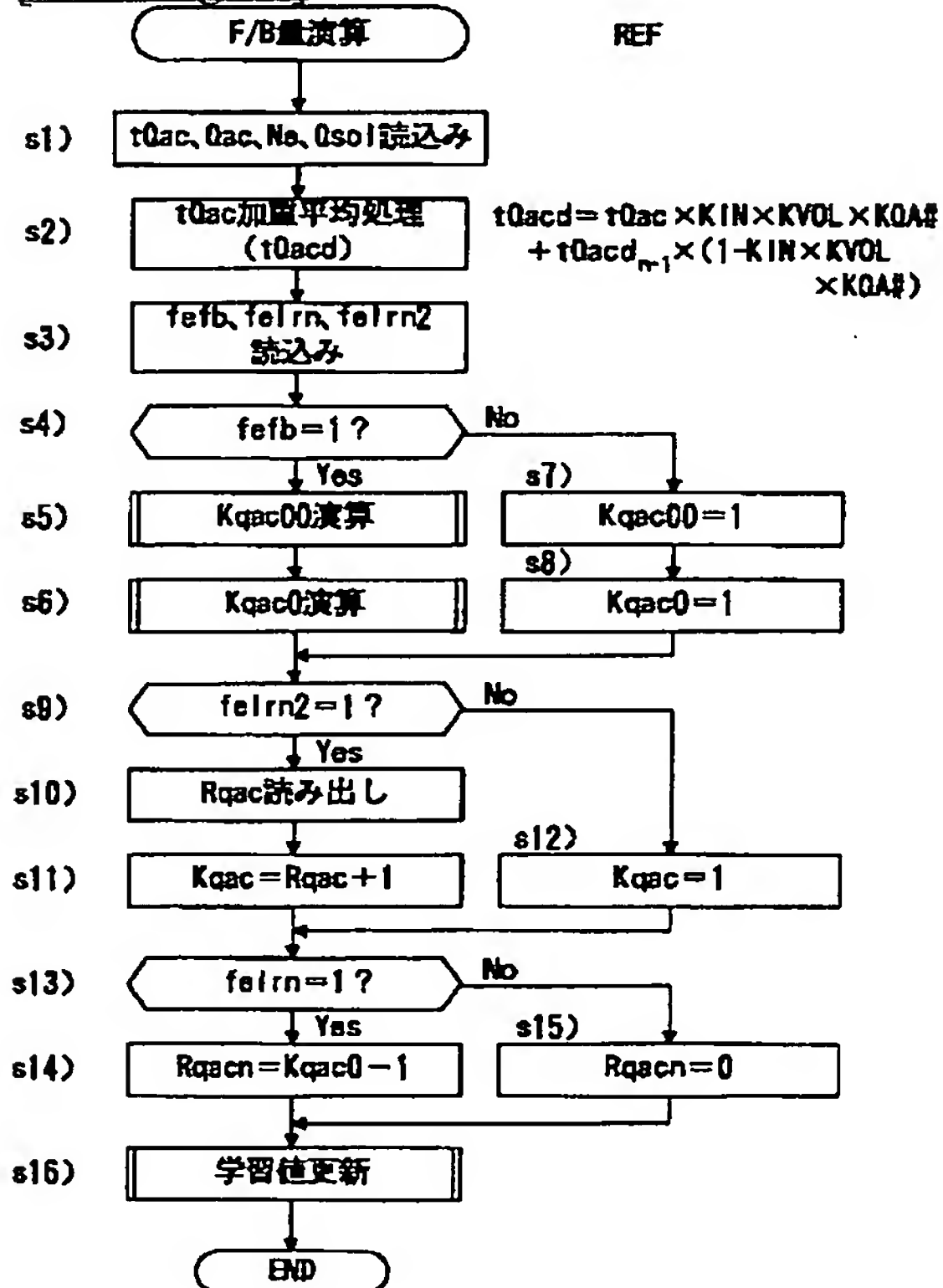
[Drawing 26]



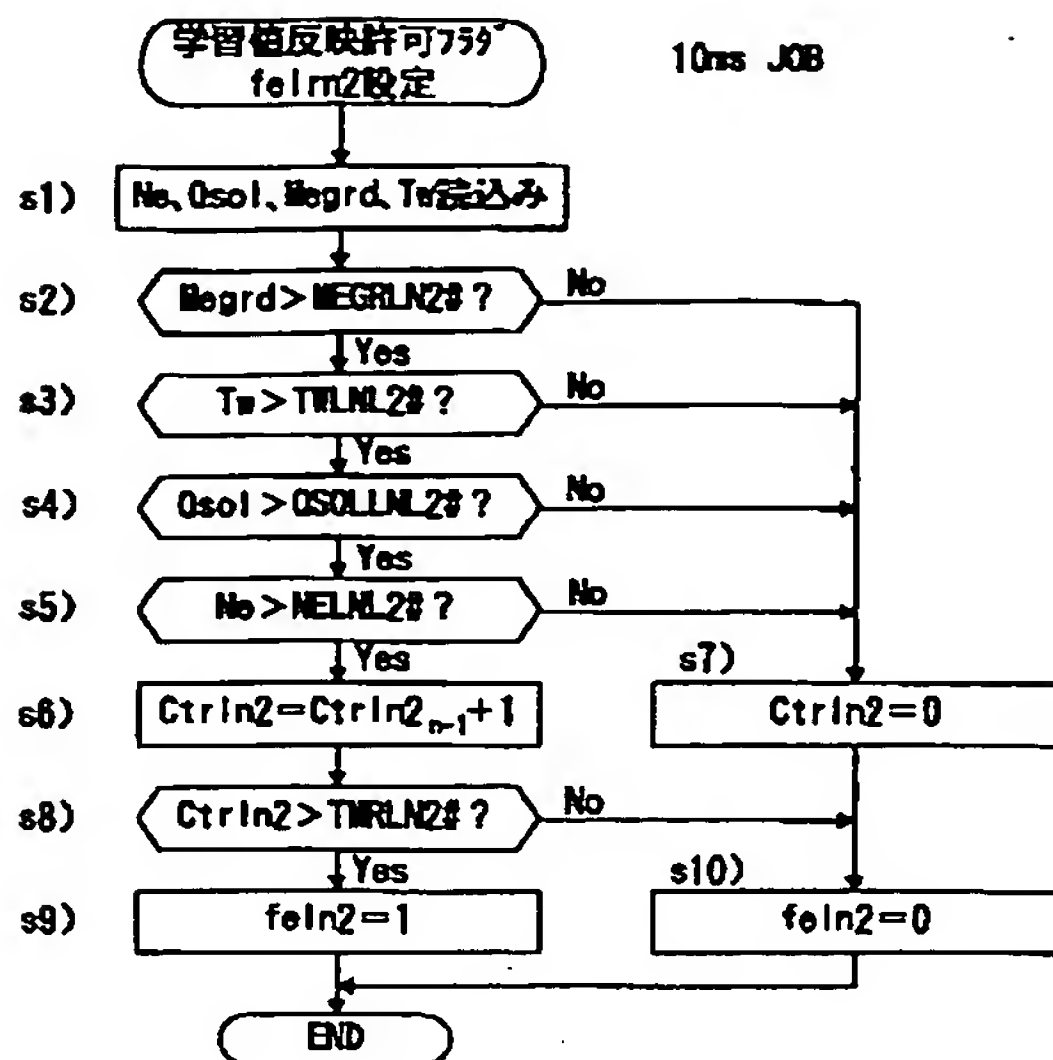
[Drawing 29]



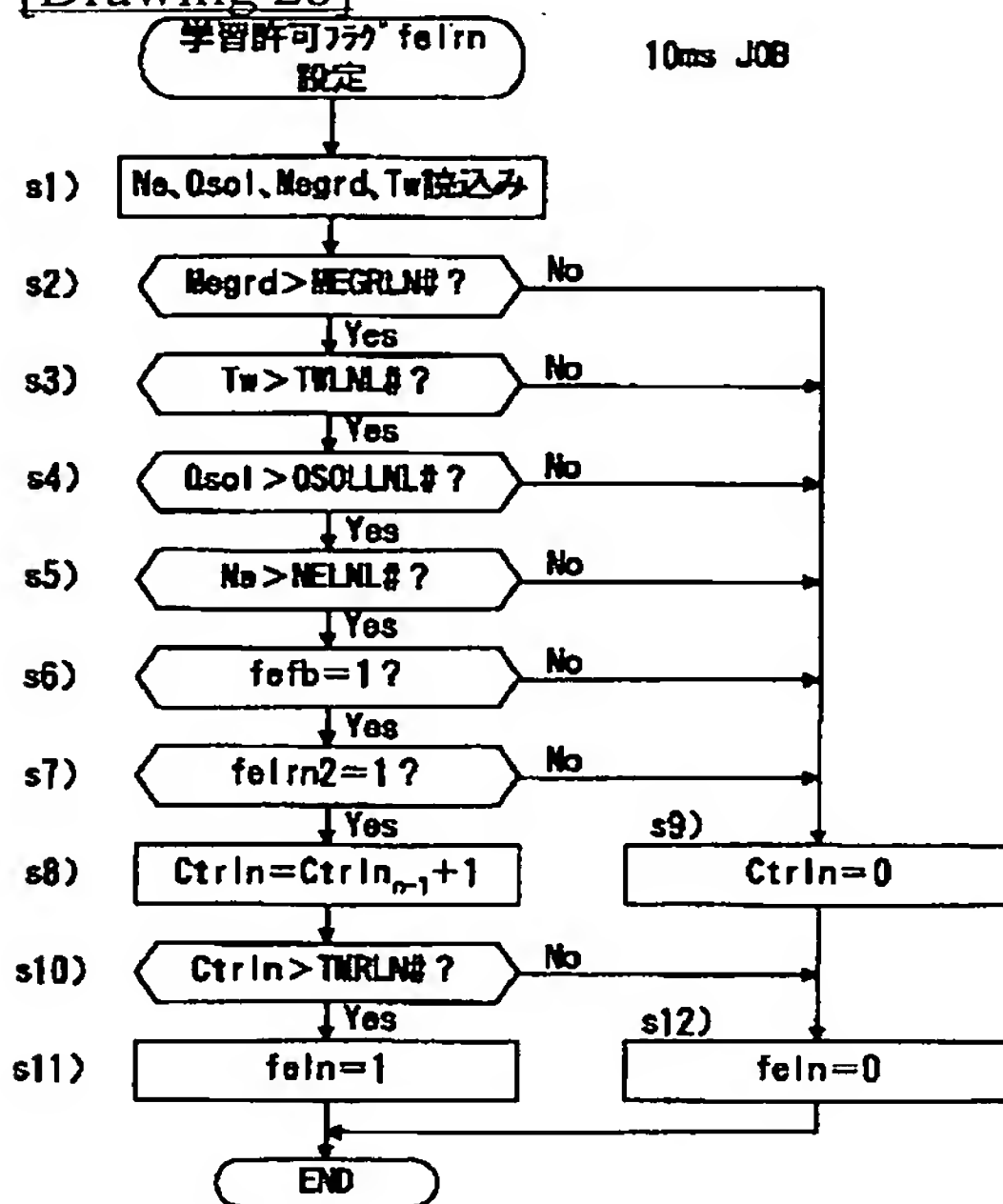
[Drawing 25]



[Drawing 27]

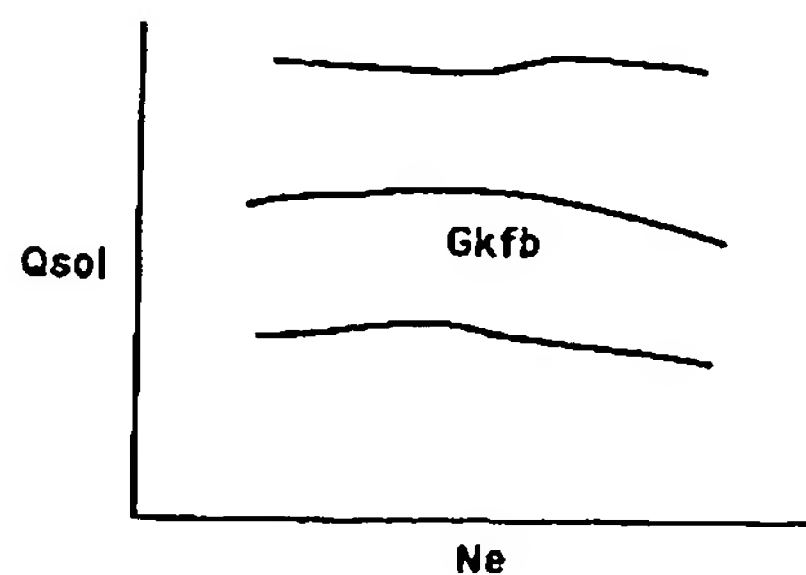


[Drawing 28]



[Drawing 30]

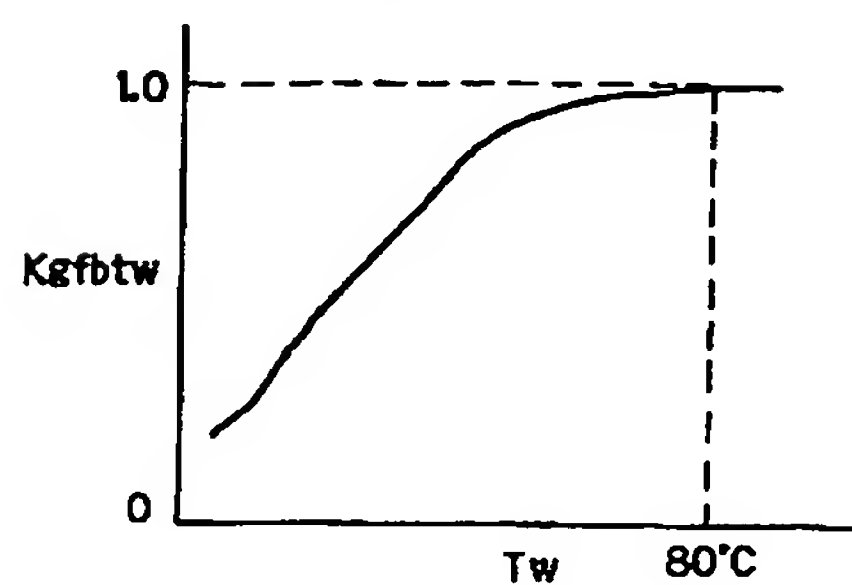
EGR流量補正ゲインマップ



[Drawing 31]

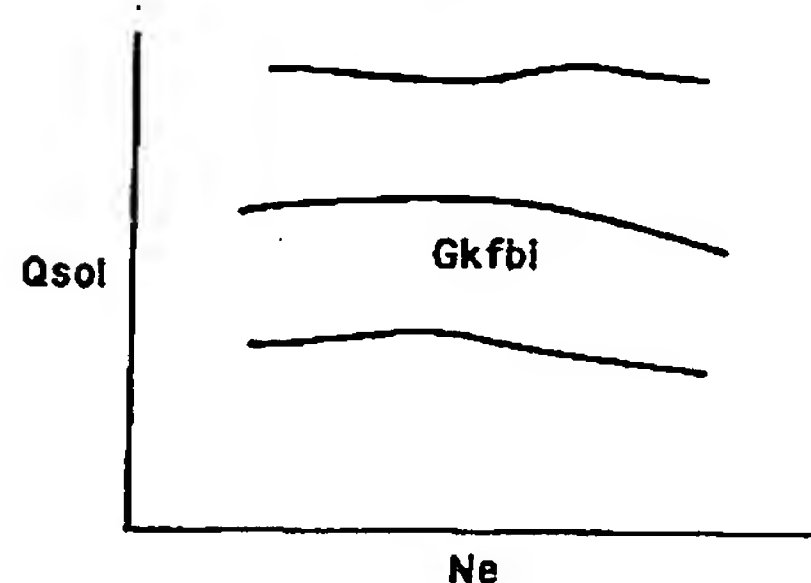


水温補正係数テーブル

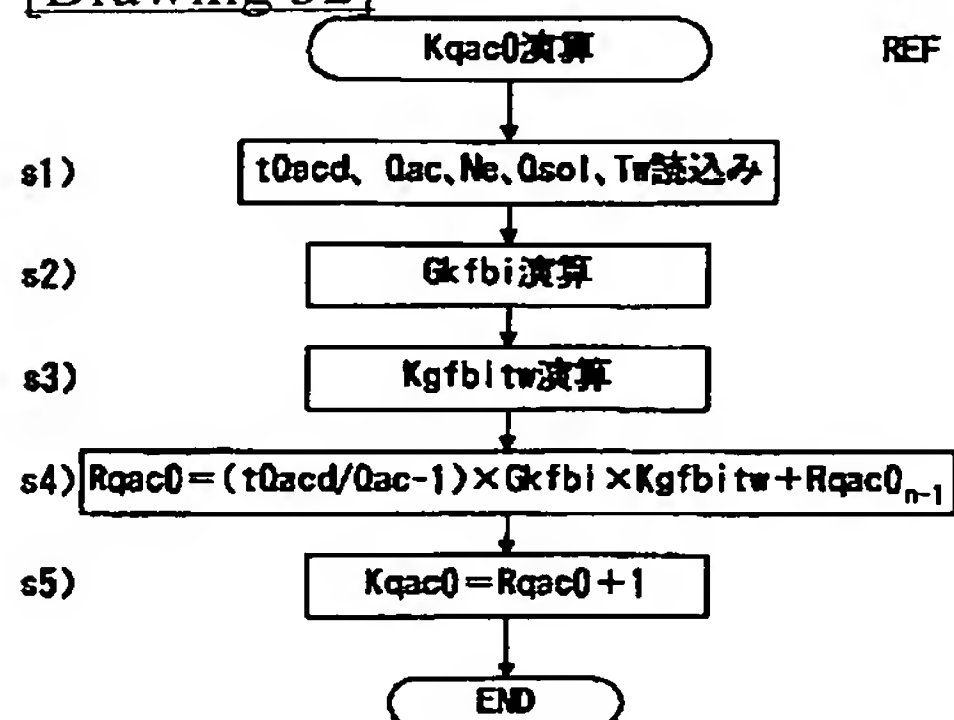


[Drawing 33]

EGR流速補正ゲインマップ

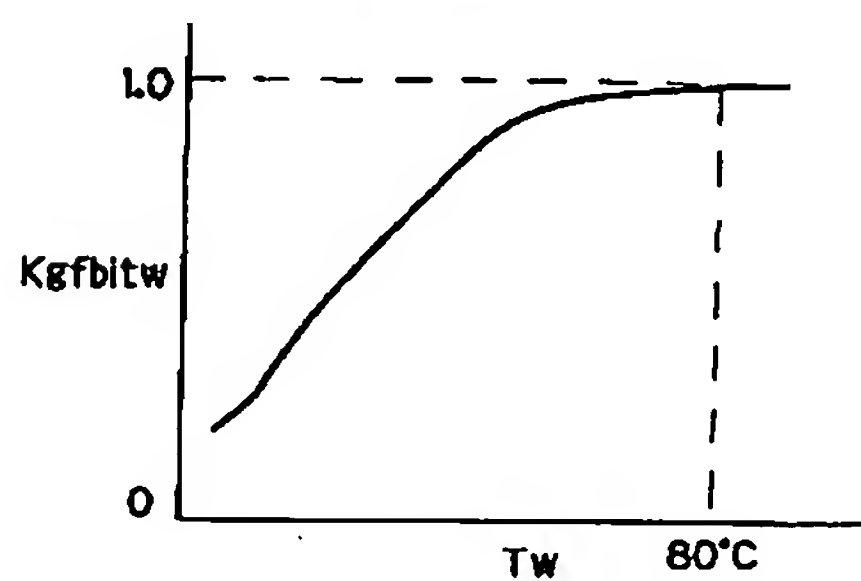


[Drawing 32]



[Drawing 34]

水温補正係数テーブル



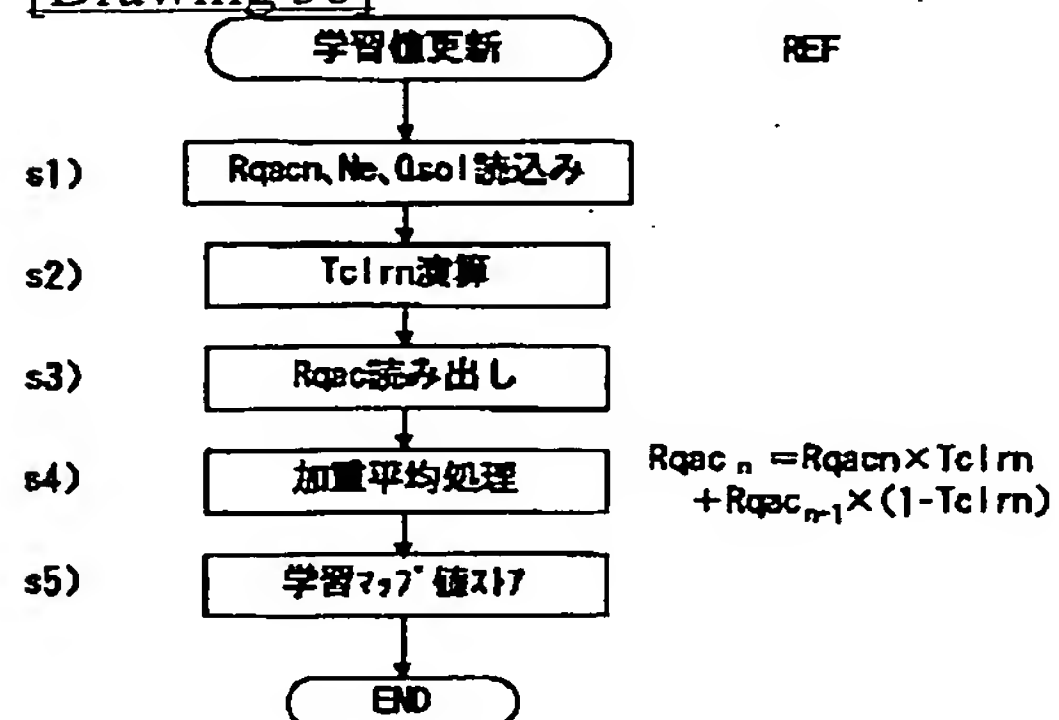
[Drawing 35]

学習マップ

	Rqac14	...	...	Rqac44
燃料噴射量 Qsol	...	...	...	...
	...	...	...	...
	Rqac11	...	...	Rqac41

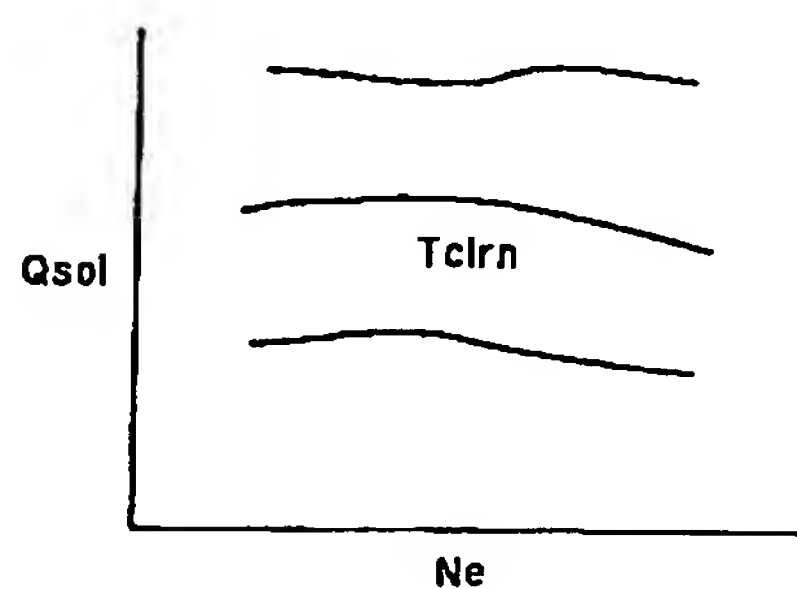
Ne

[Drawing 36]

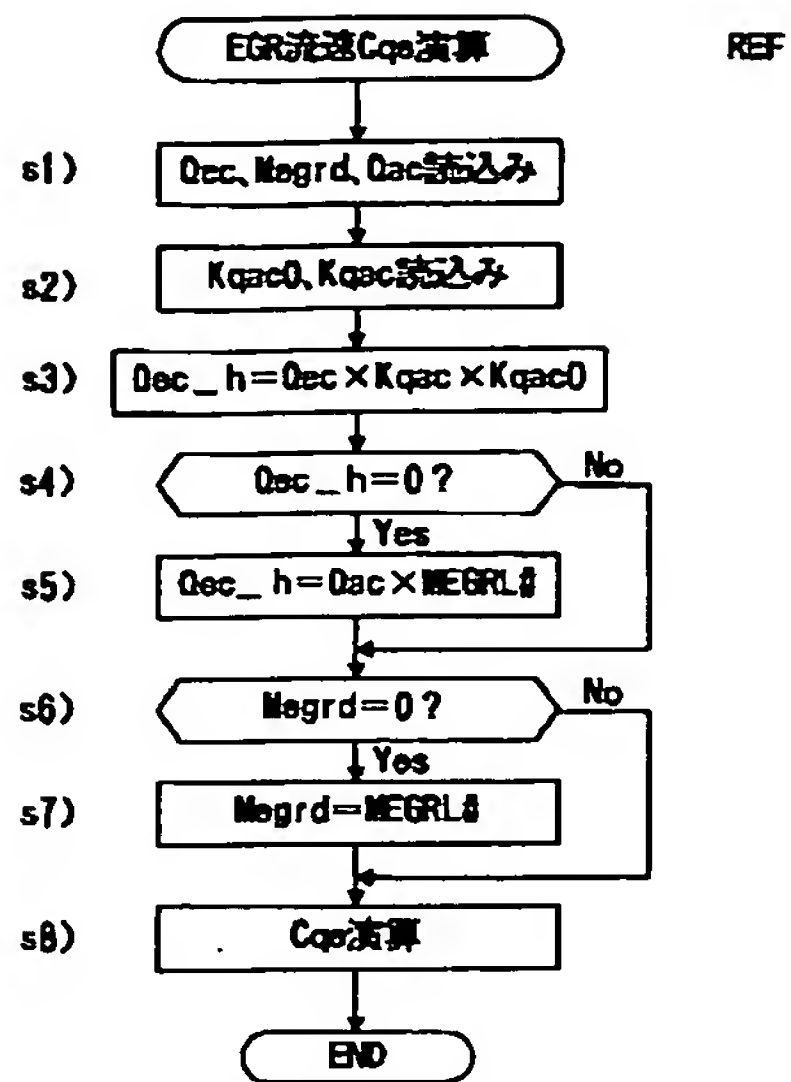


[Drawing 37]

学習速度マップ

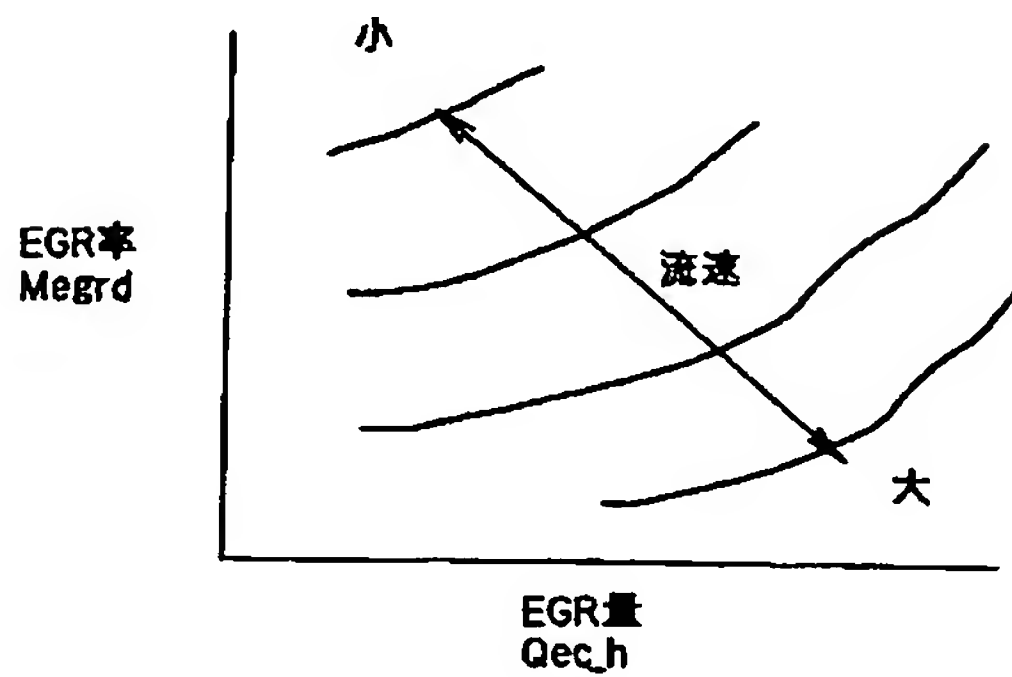


[Drawing 38]



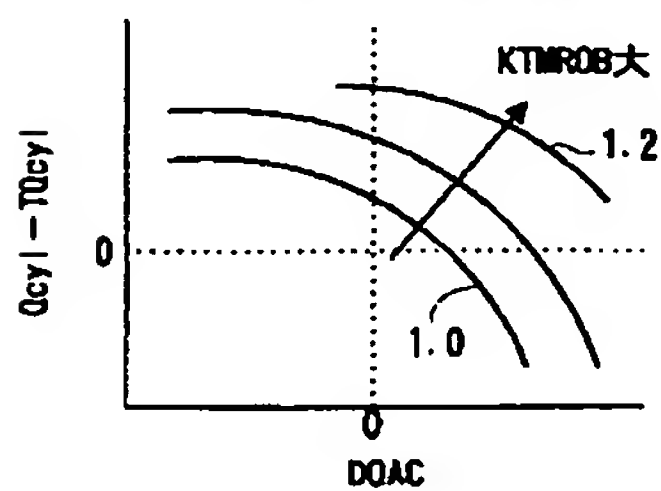
[Drawing 39]

EGR流速マップ

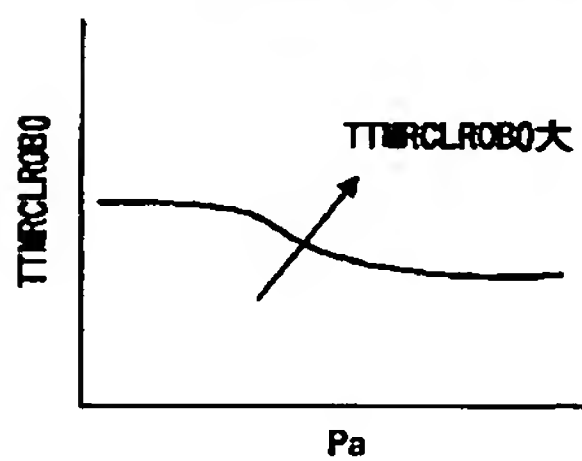


[Drawing 50]

オン・オフ・スト制御時間補正係数マップ

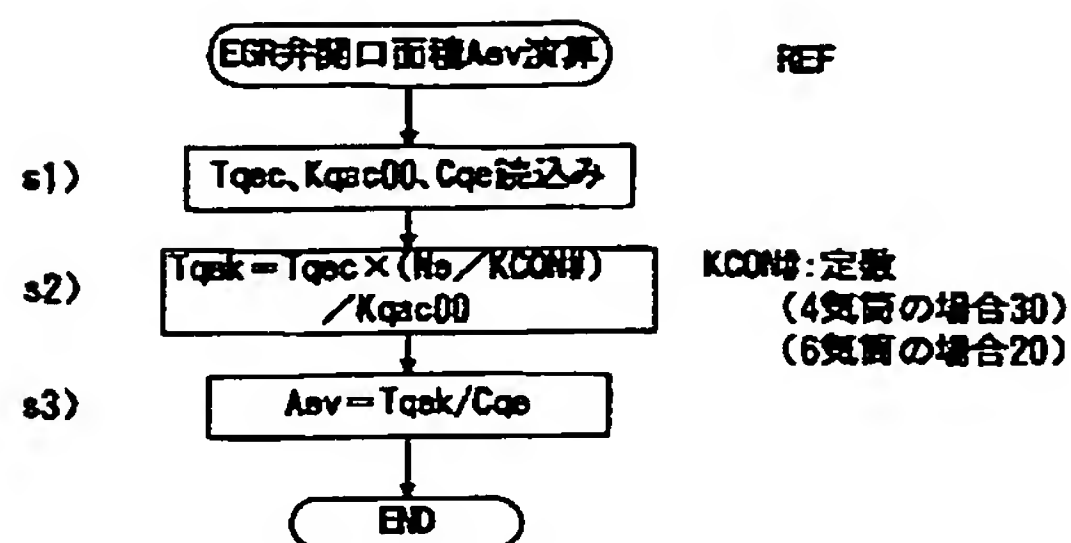


[Drawing 52]

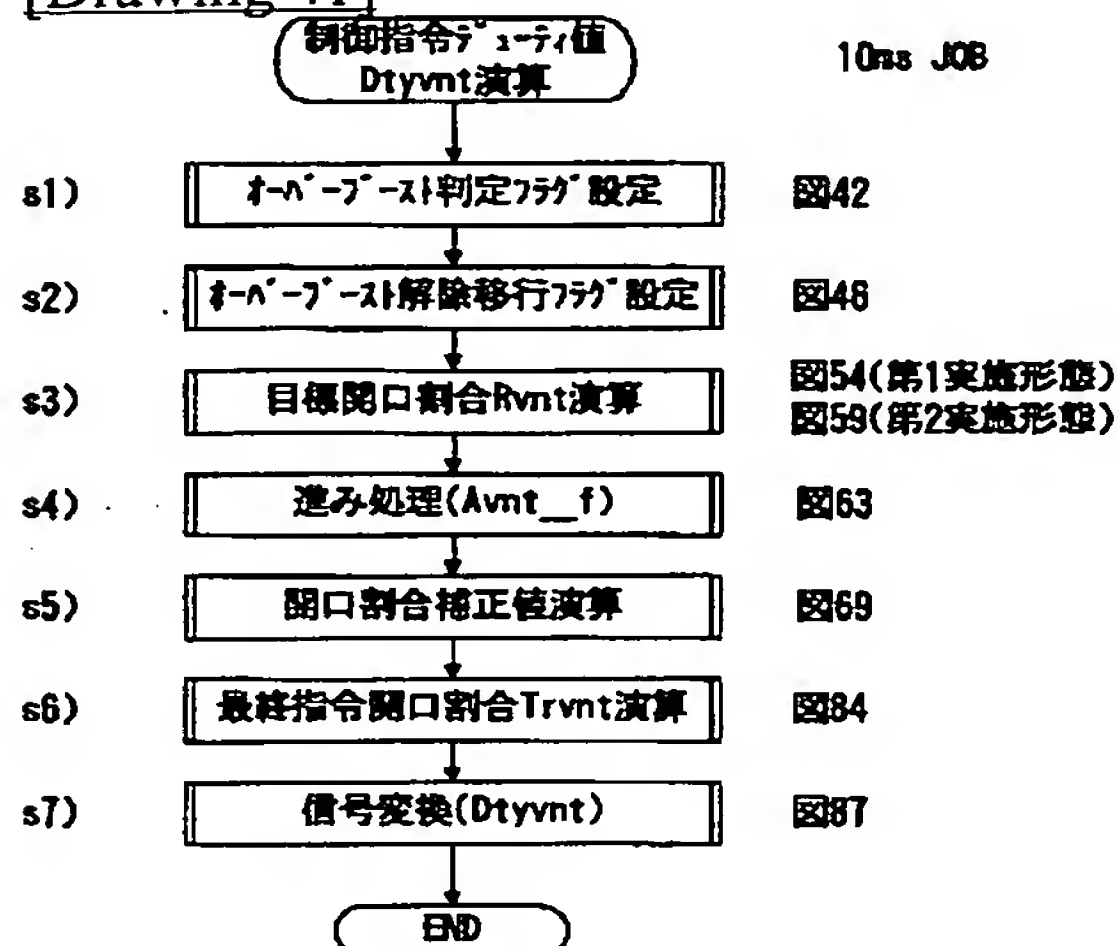
オン・オフ・スト解除移行時間  
基本値マップ

[Drawing 40]

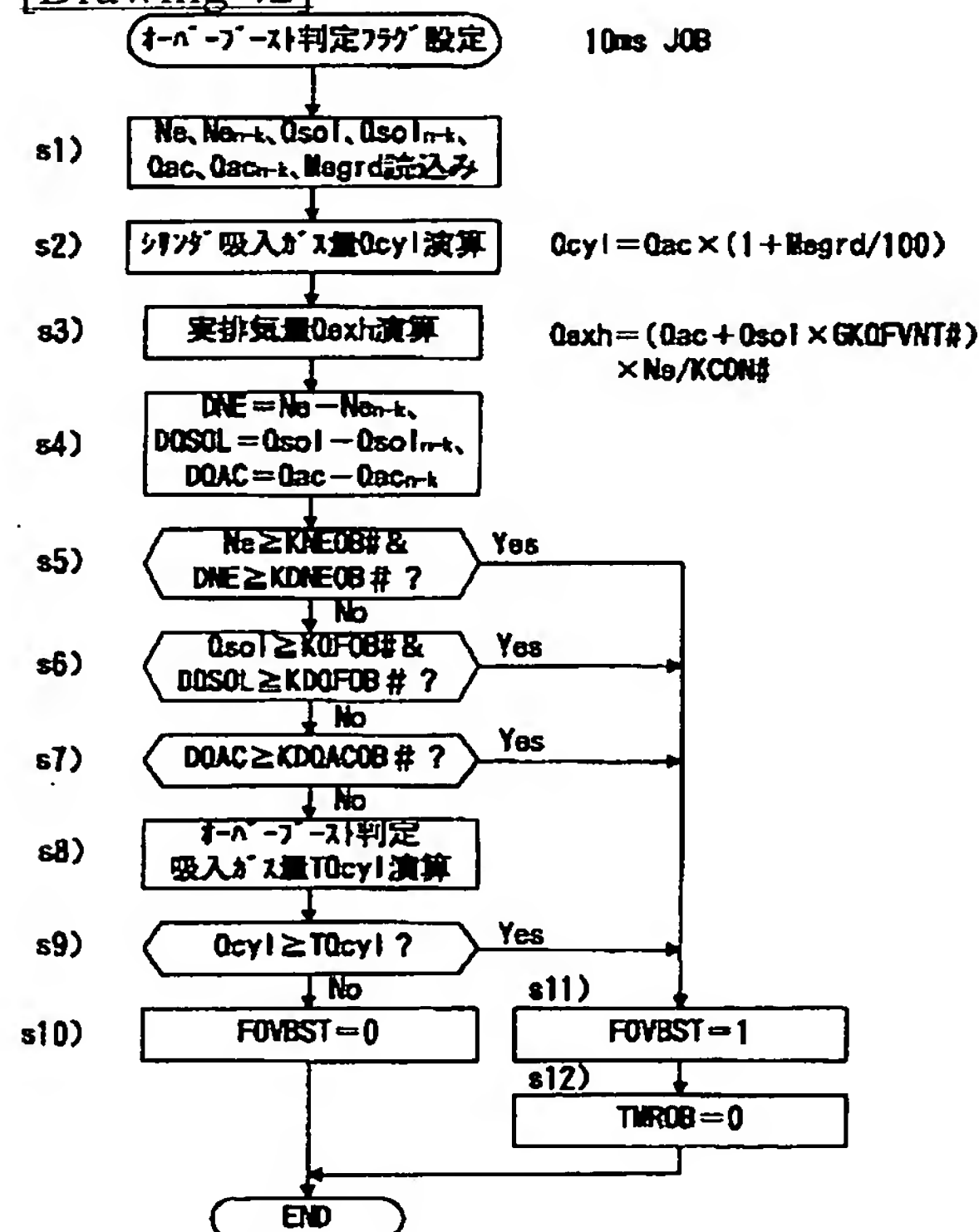




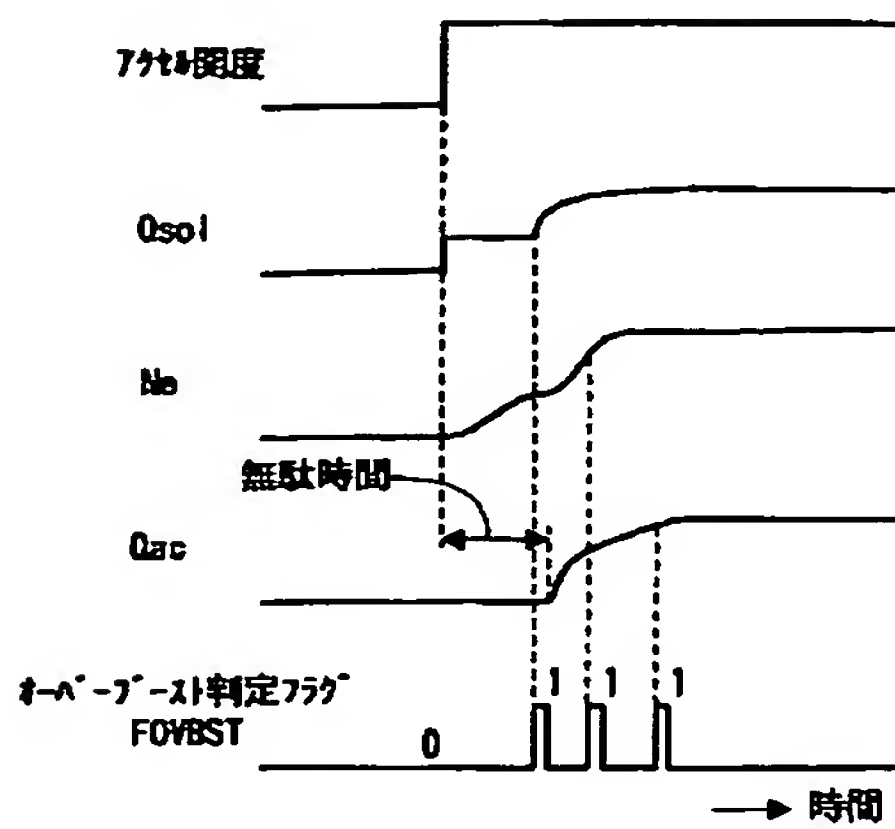
[Drawing 41]



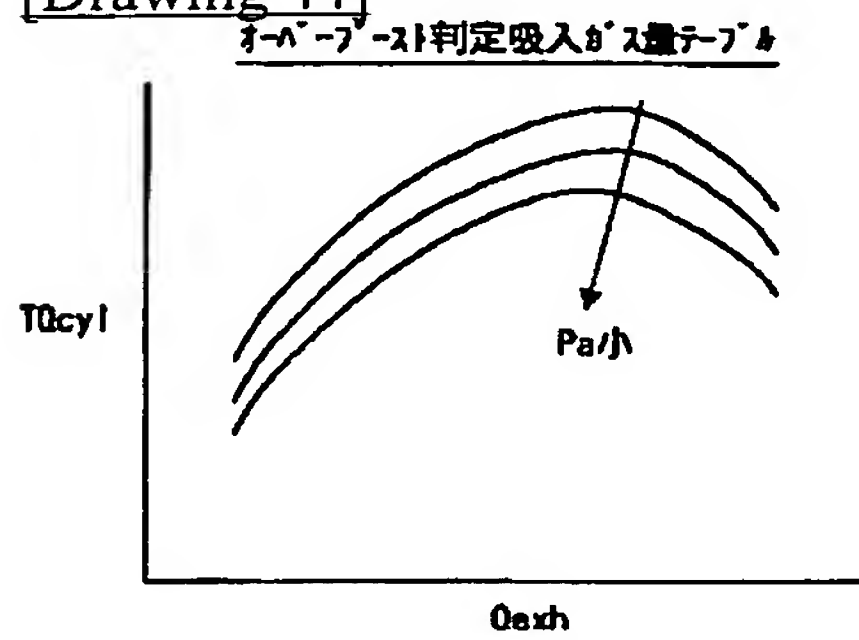
[Drawing 42]



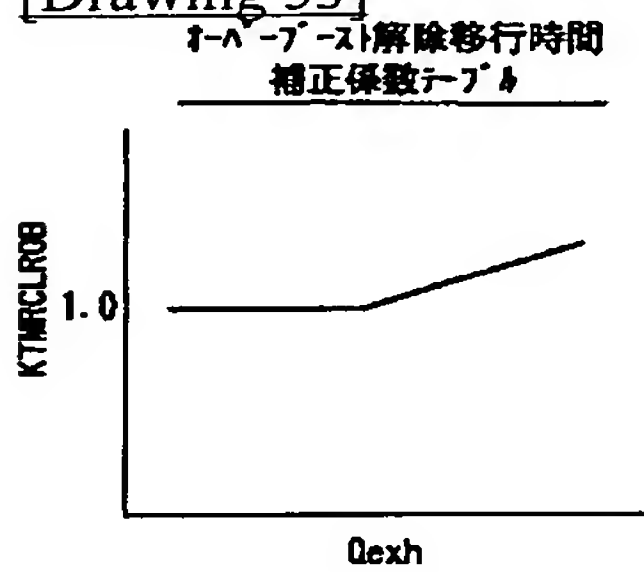
[Drawing 43]



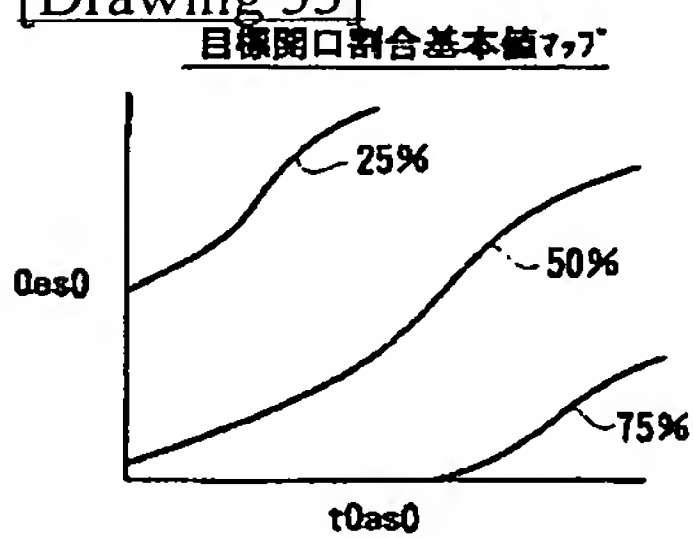
[Drawing 44]



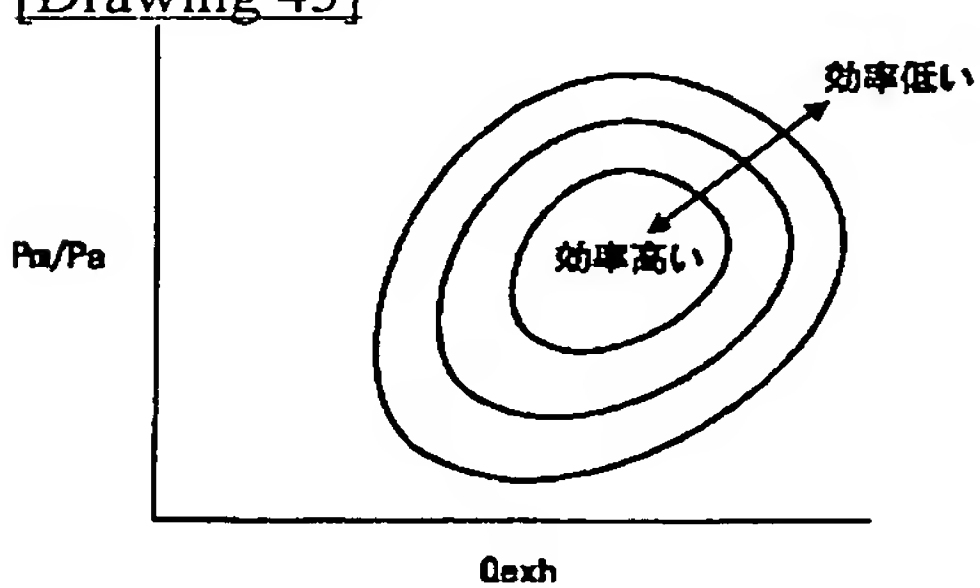
[Drawing 53]



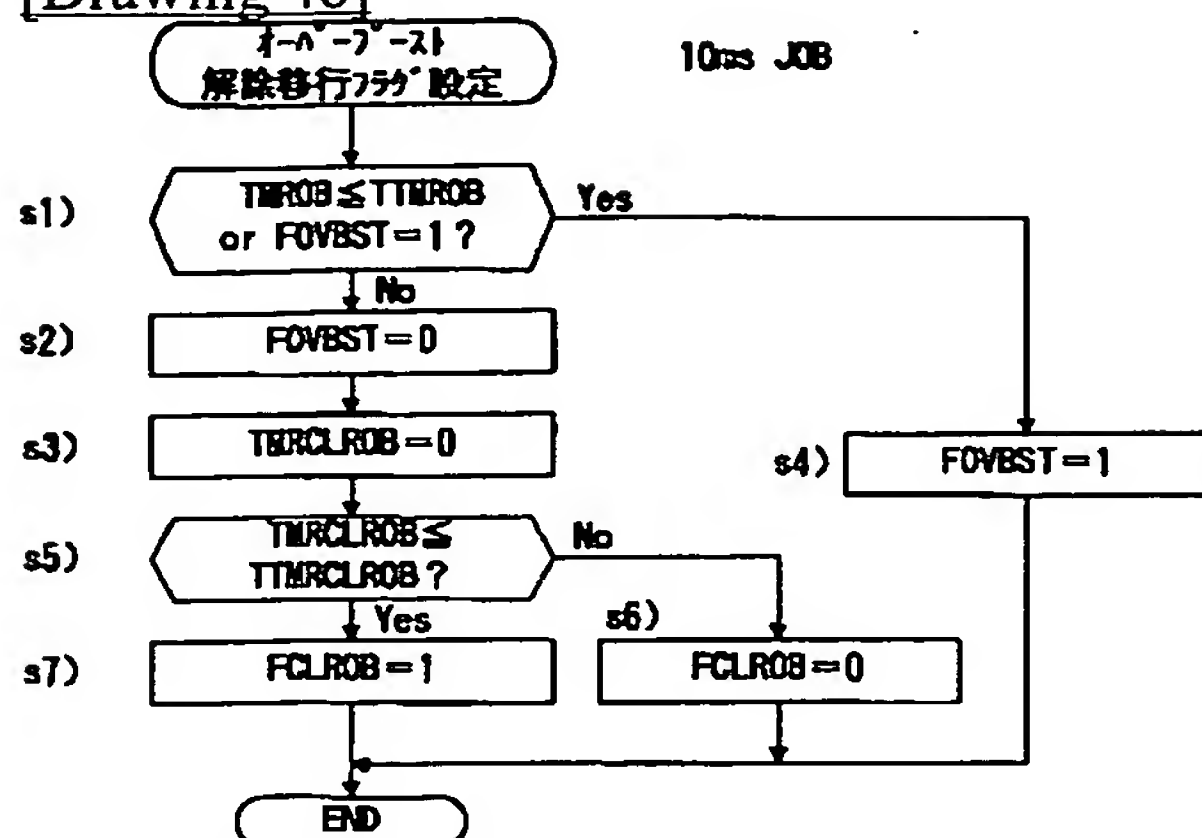
[Drawing 55]



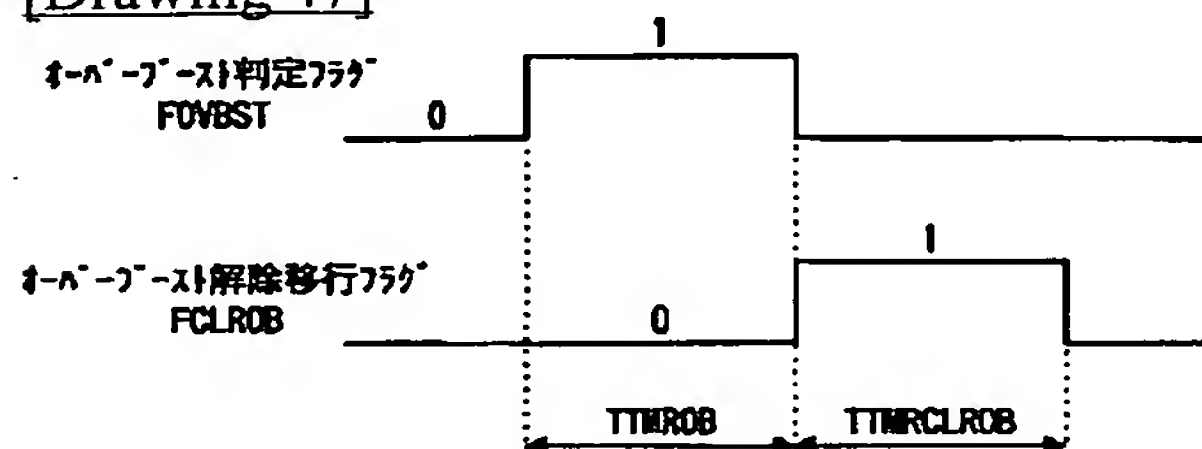
[Drawing 45]



[Drawing 46]



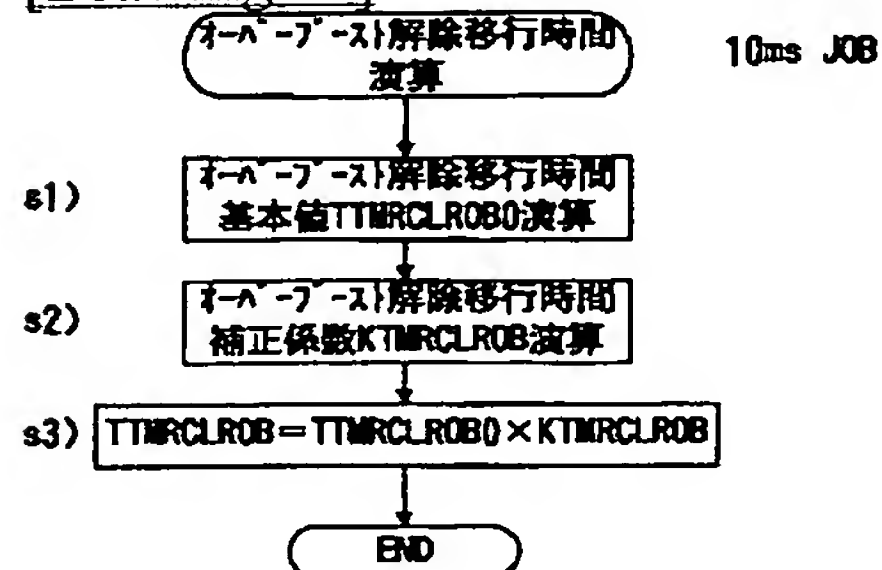
[Drawing 47]



[Drawing 48]

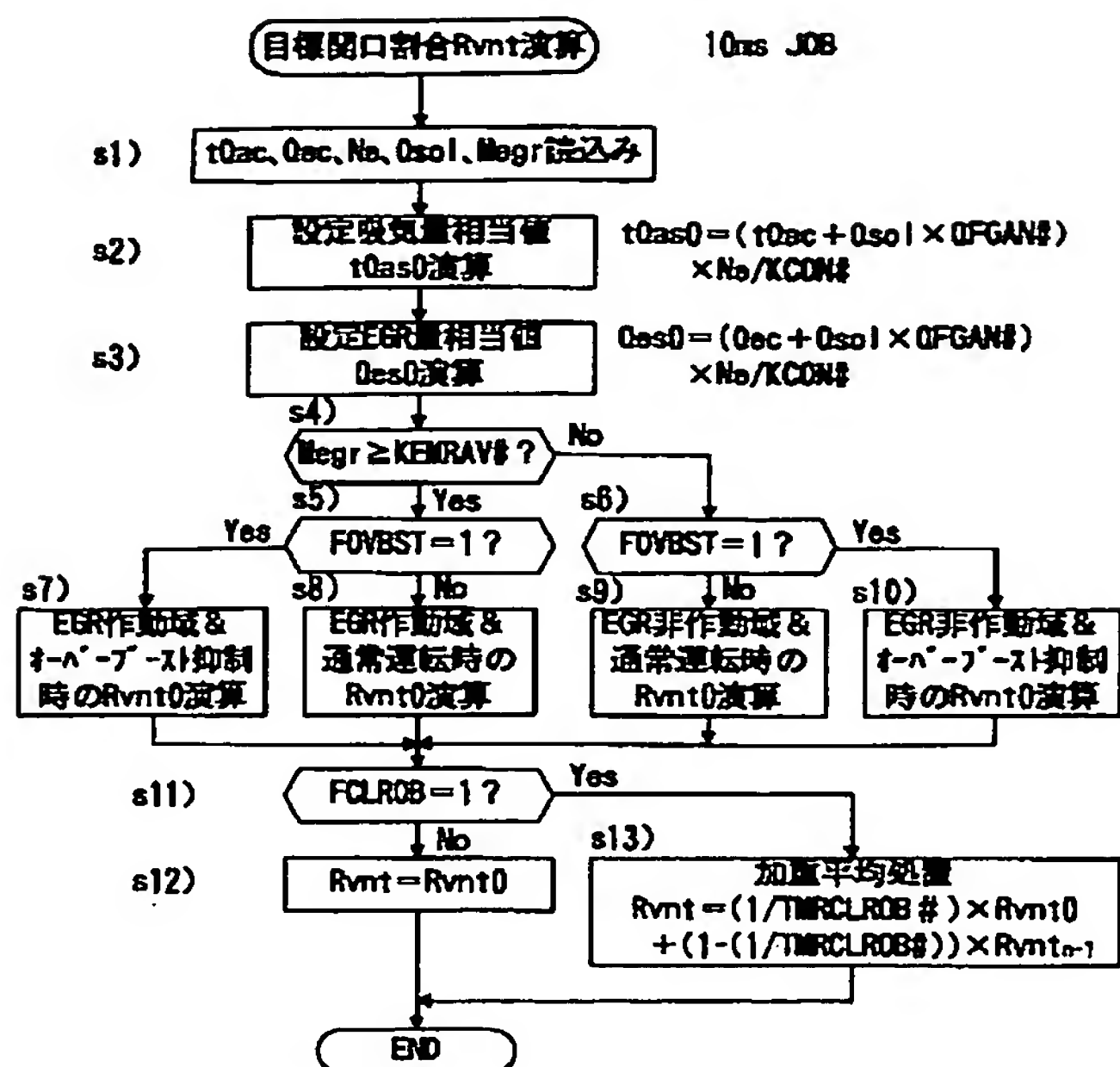


[Drawing 51]

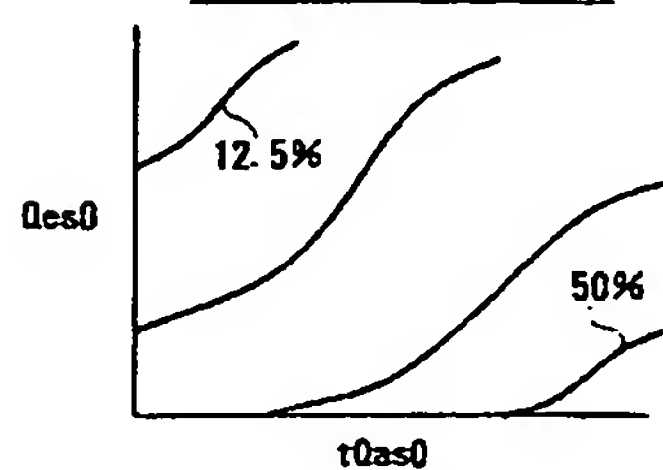


[Drawing 54]

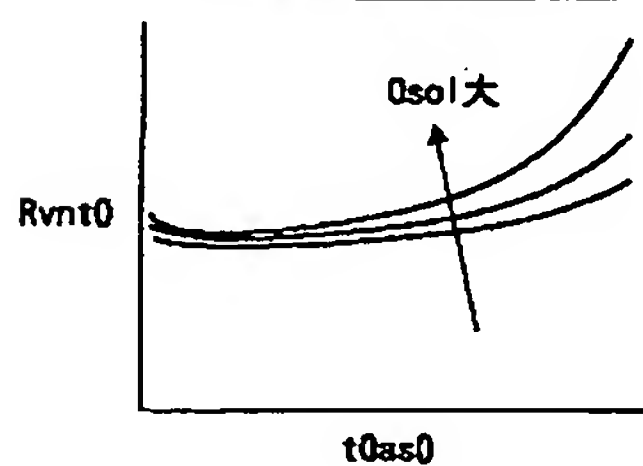




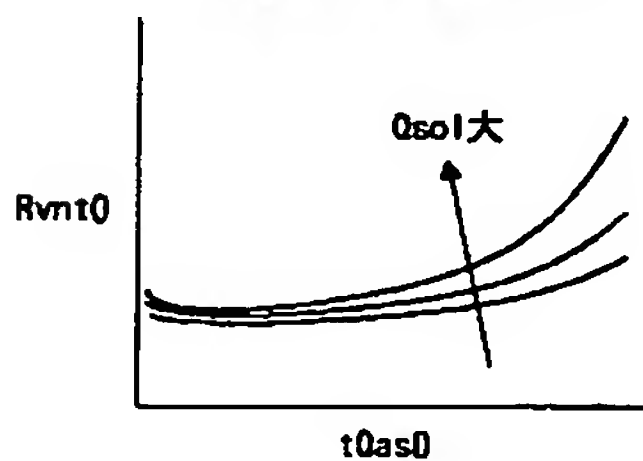
[Drawing 56]

目標開口割合基本値 $\gamma_{\gamma}$ 

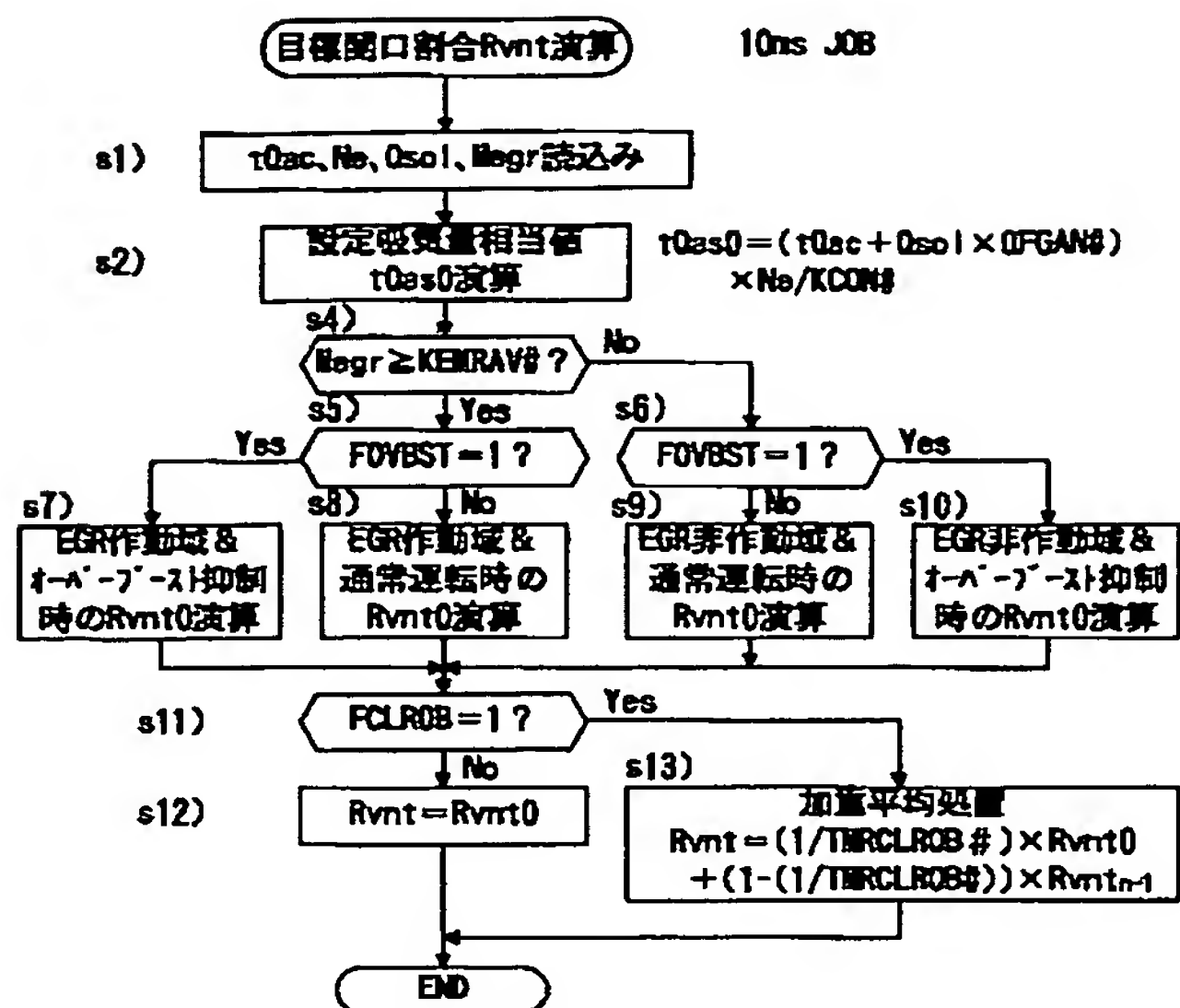
[Drawing 57]

目標開口割合基本値 $\gamma_{\gamma}$ 

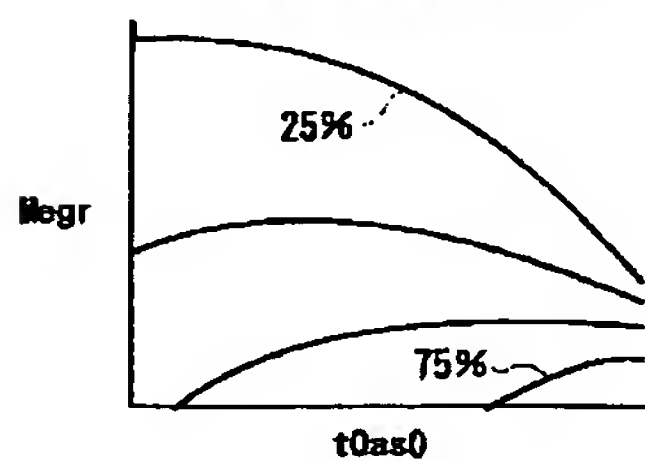
[Drawing 58]

目標開口割合基本値 $\gamma_{\gamma}$ 

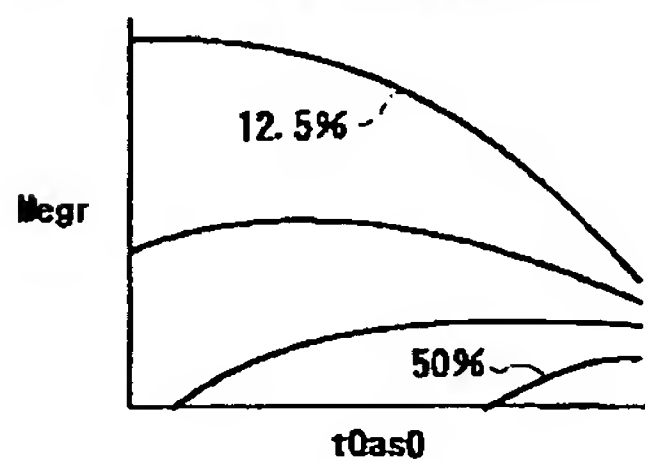
[Drawing 59]



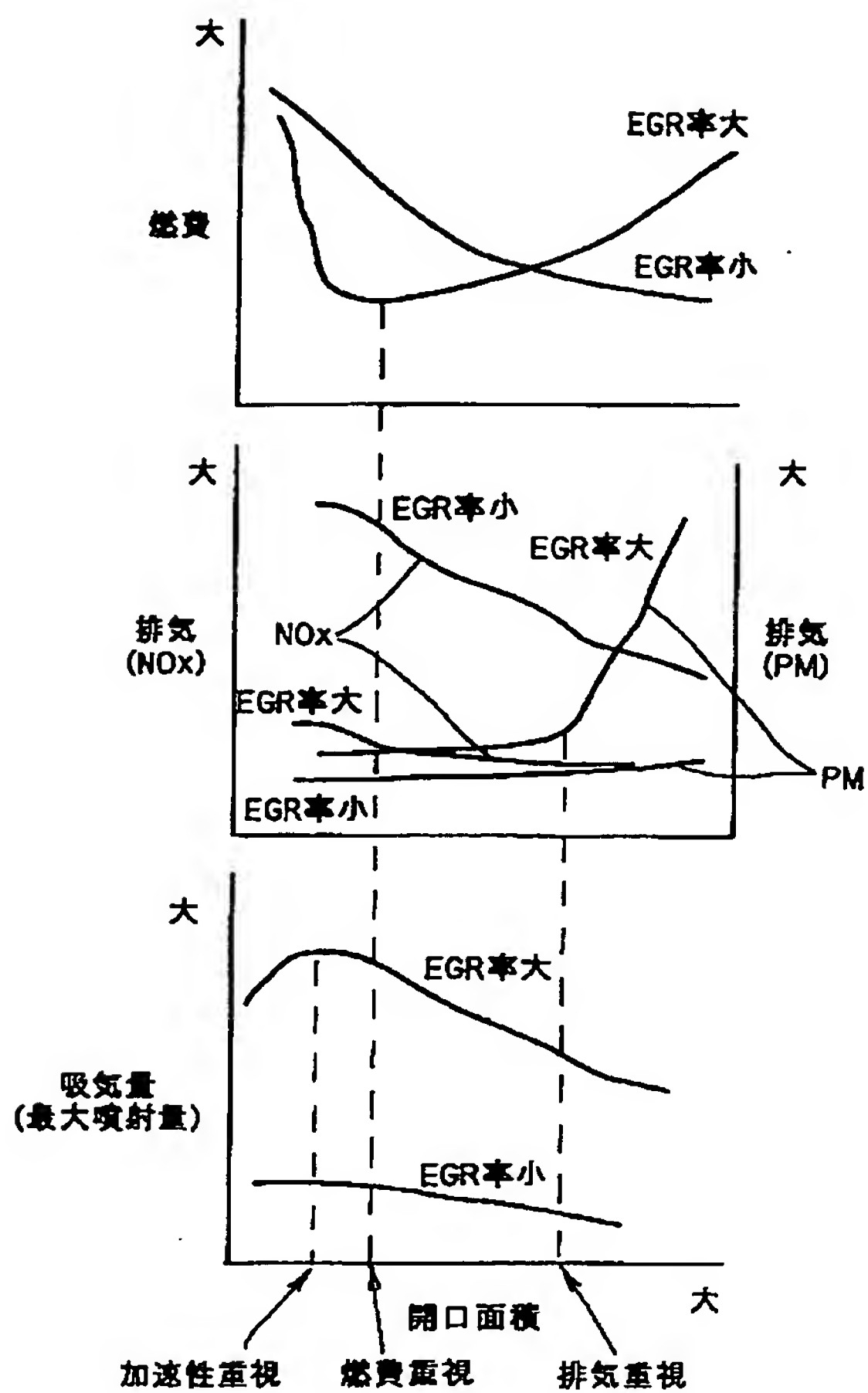
[Drawing 60]  
目標開口割合基本値 $\tau_{00}$



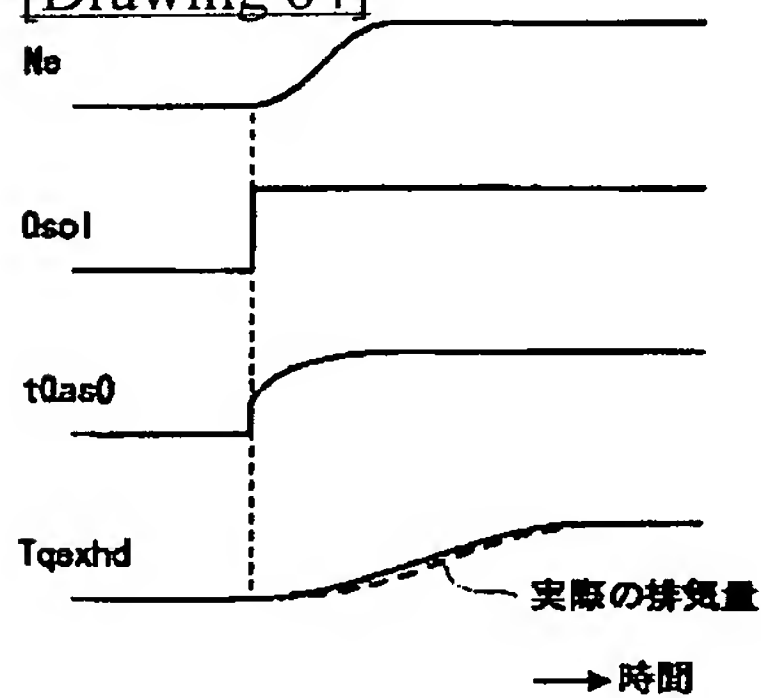
[Drawing 61]  
目標開口割合基本値 $\tau_{00}$



[Drawing 62]

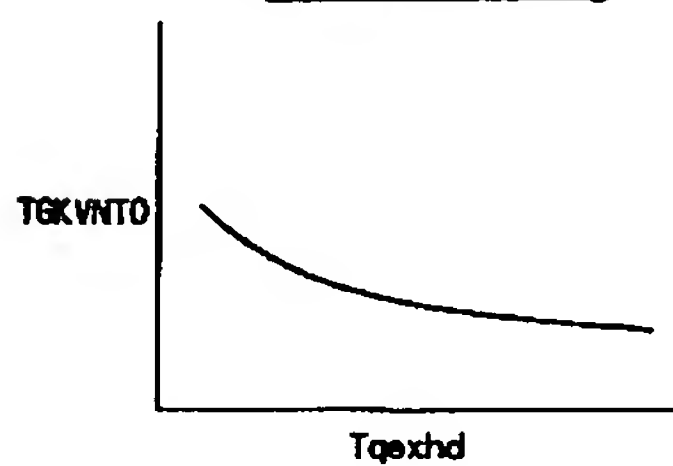


[Drawing 64]



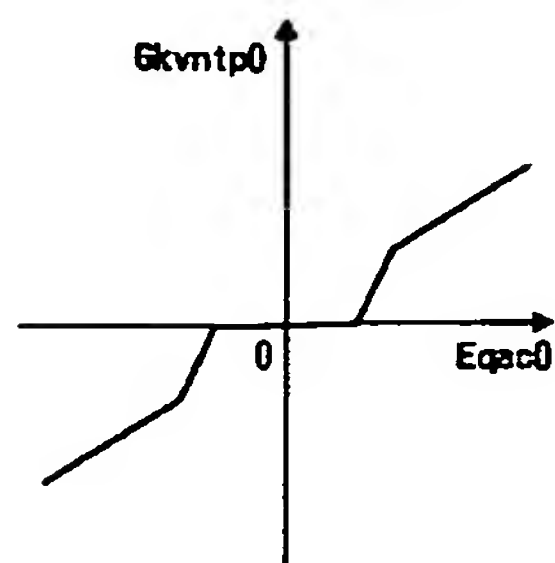
[Drawing 65]

進み補正ゲイン

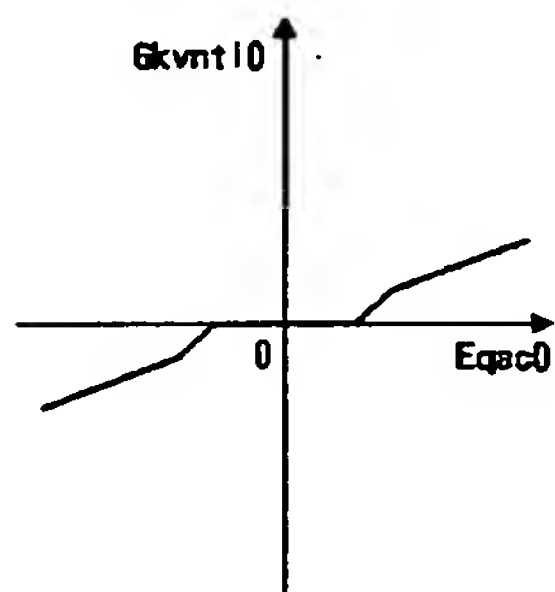


[Drawing 73]

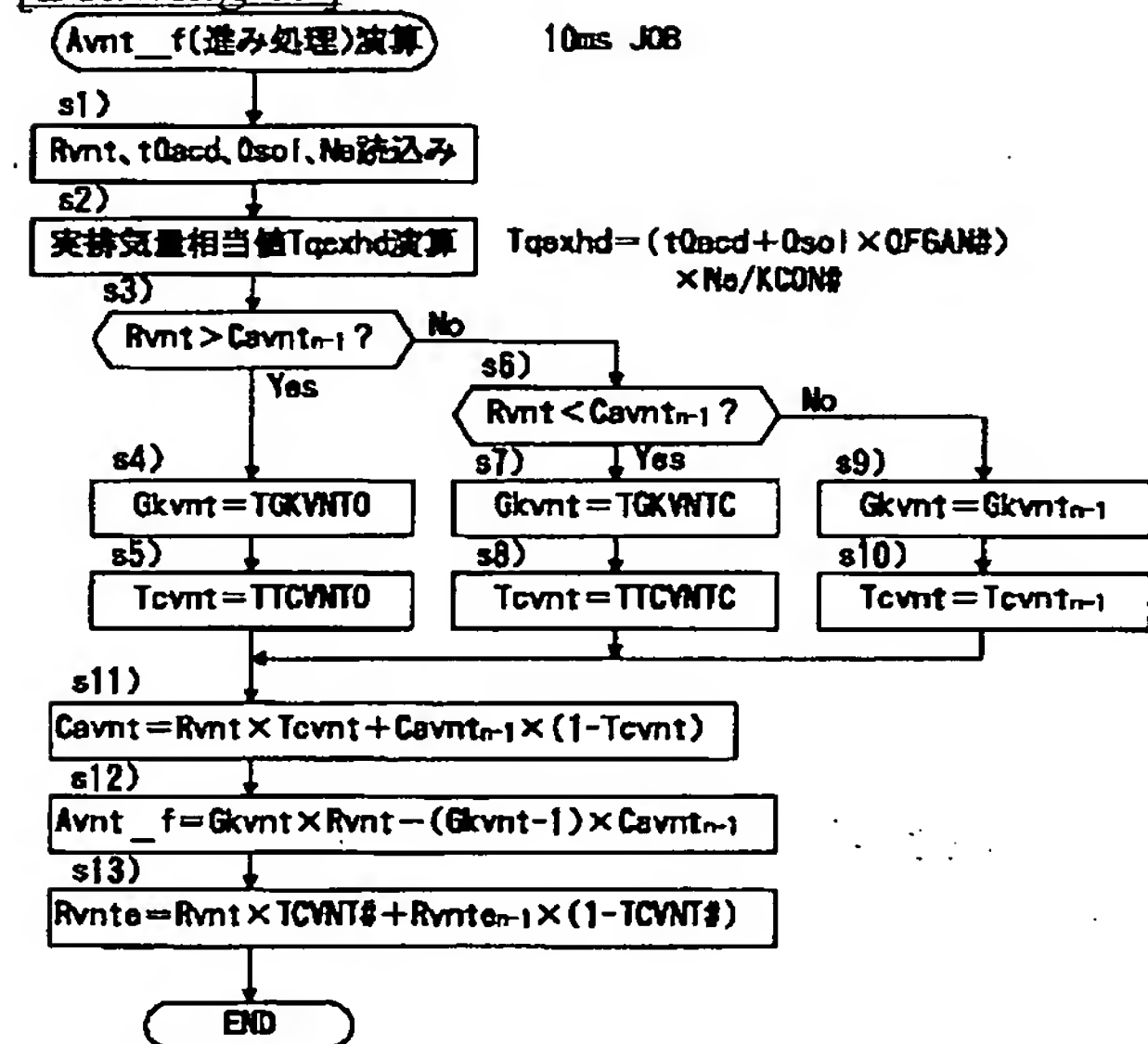


比例ゲイン基本値 $\tau$ -7

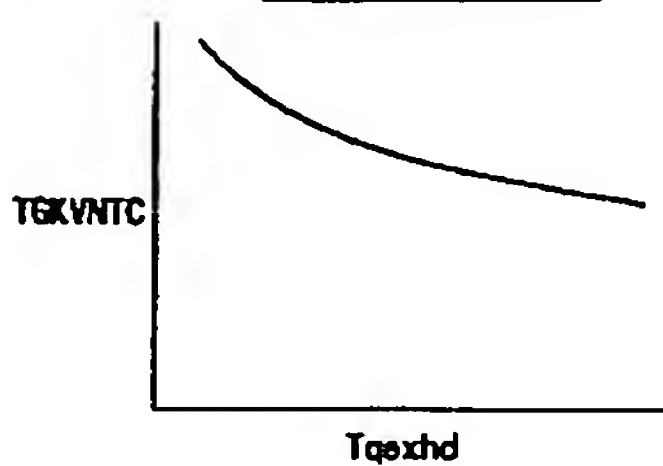
[Drawing 74]

積分ゲイン基本値 $\tau$ -7

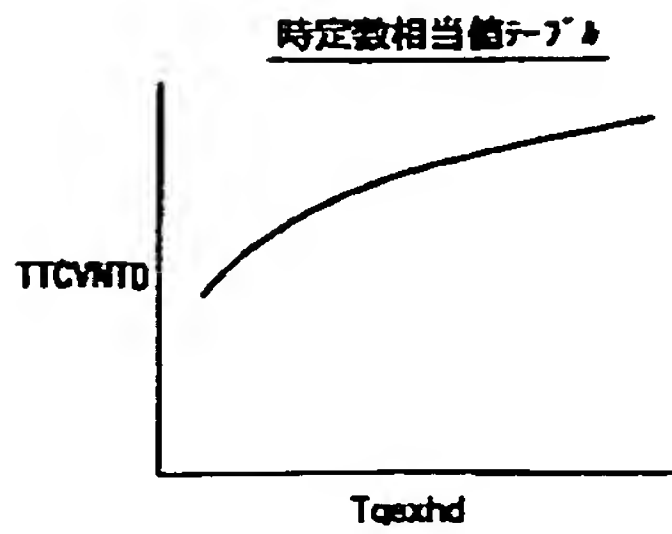
[Drawing 63]



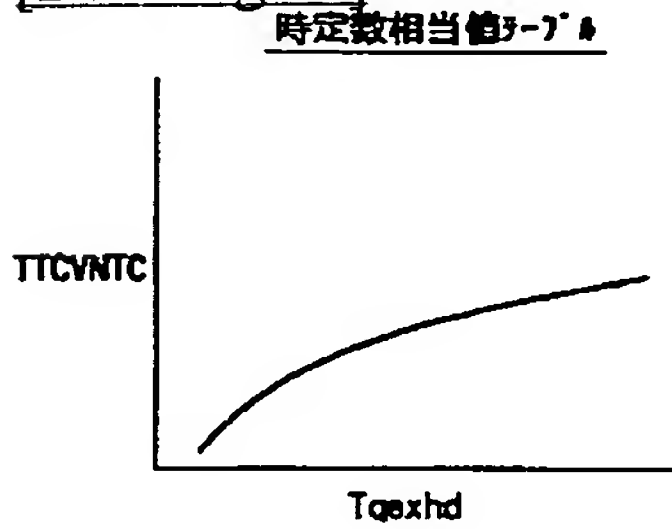
[Drawing 66]

進み補正ゲイン $\tau$ -7

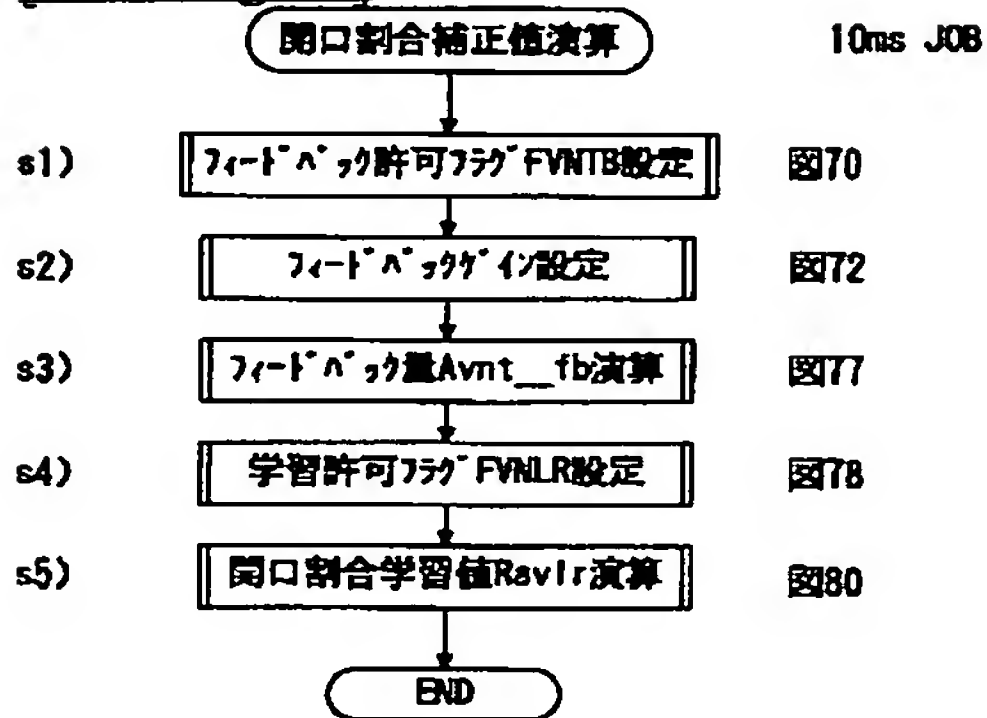
[Drawing 67]



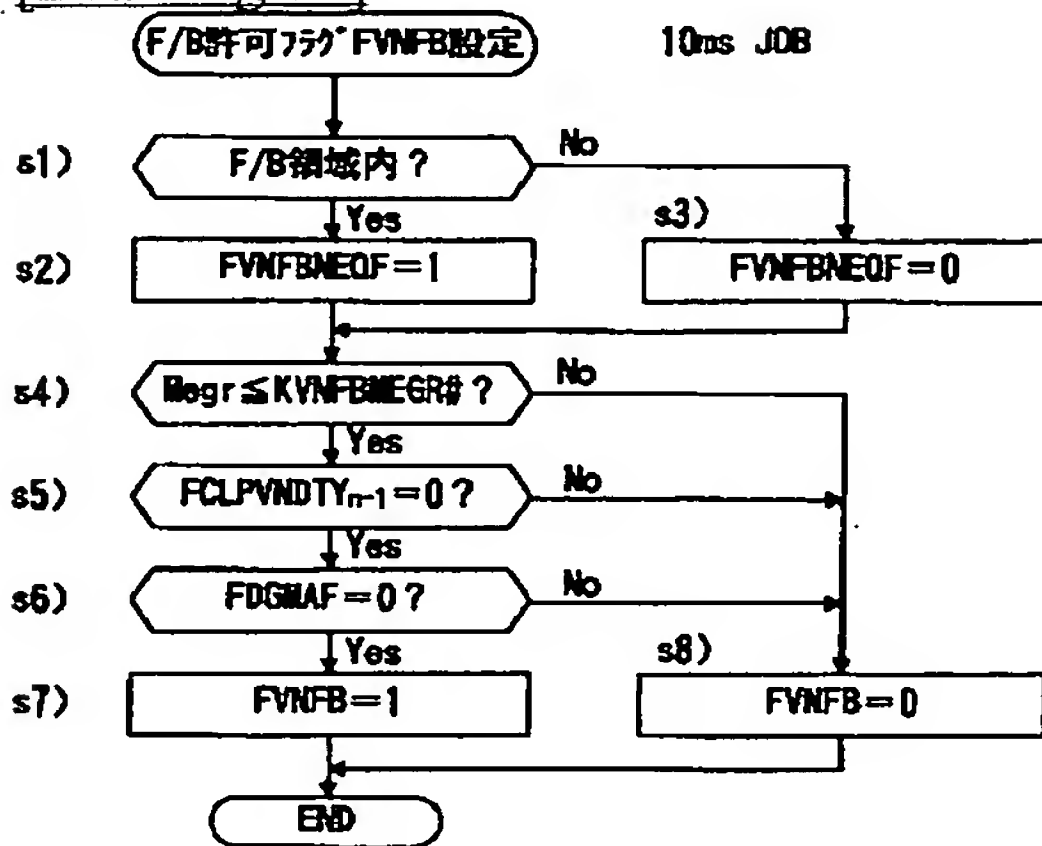
[Drawing 68]



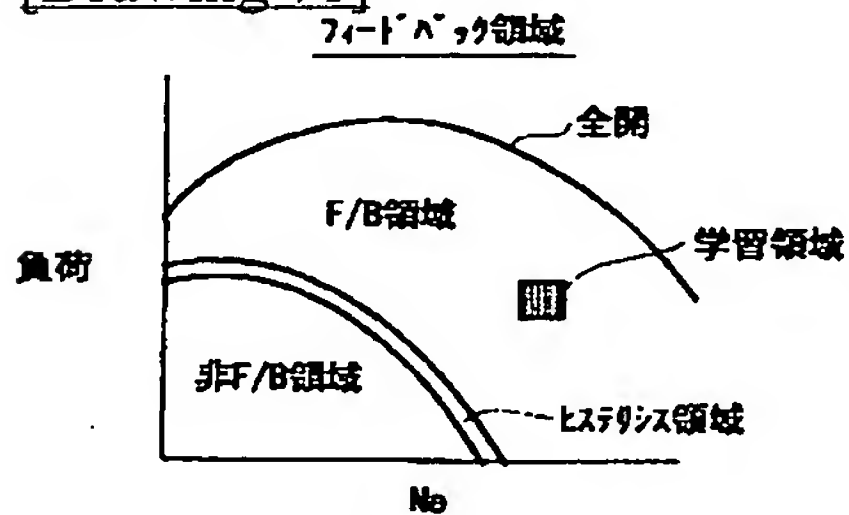
[Drawing 69]



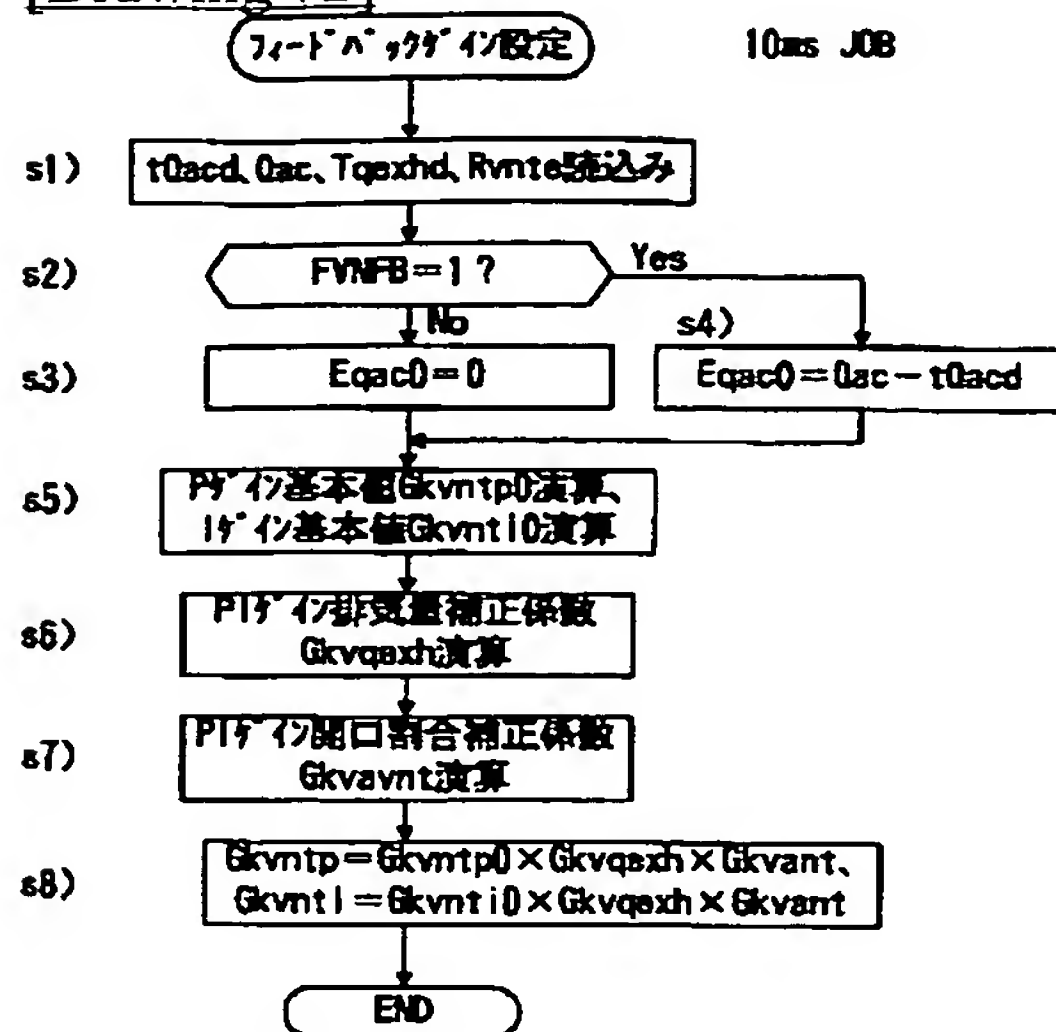
[Drawing 70]



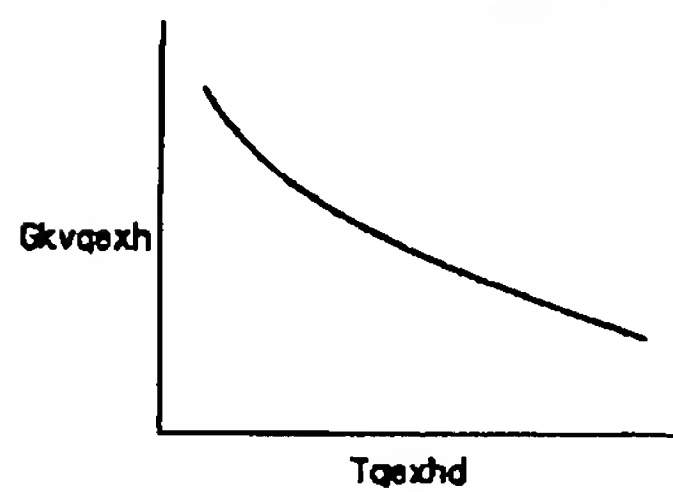
[Drawing 71]



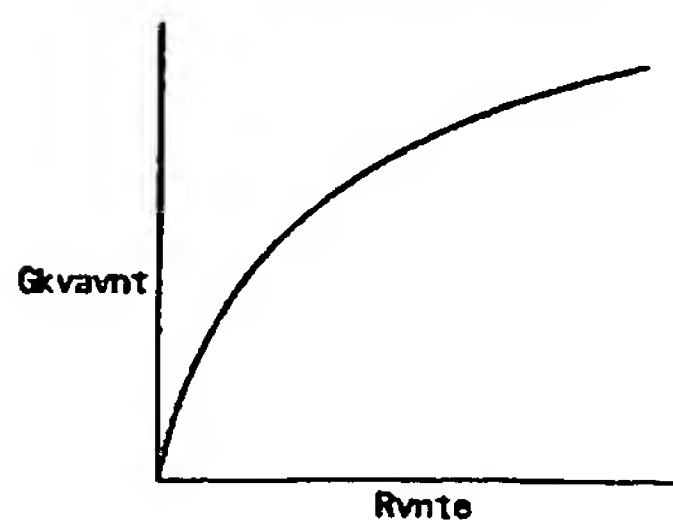
[Drawing 72]



[Drawing 75]

P1の非変量補正係数 $\gamma$ 

[Drawing 76]

P1の開口割合補正係数 $\gamma$ 

[Drawing 77]

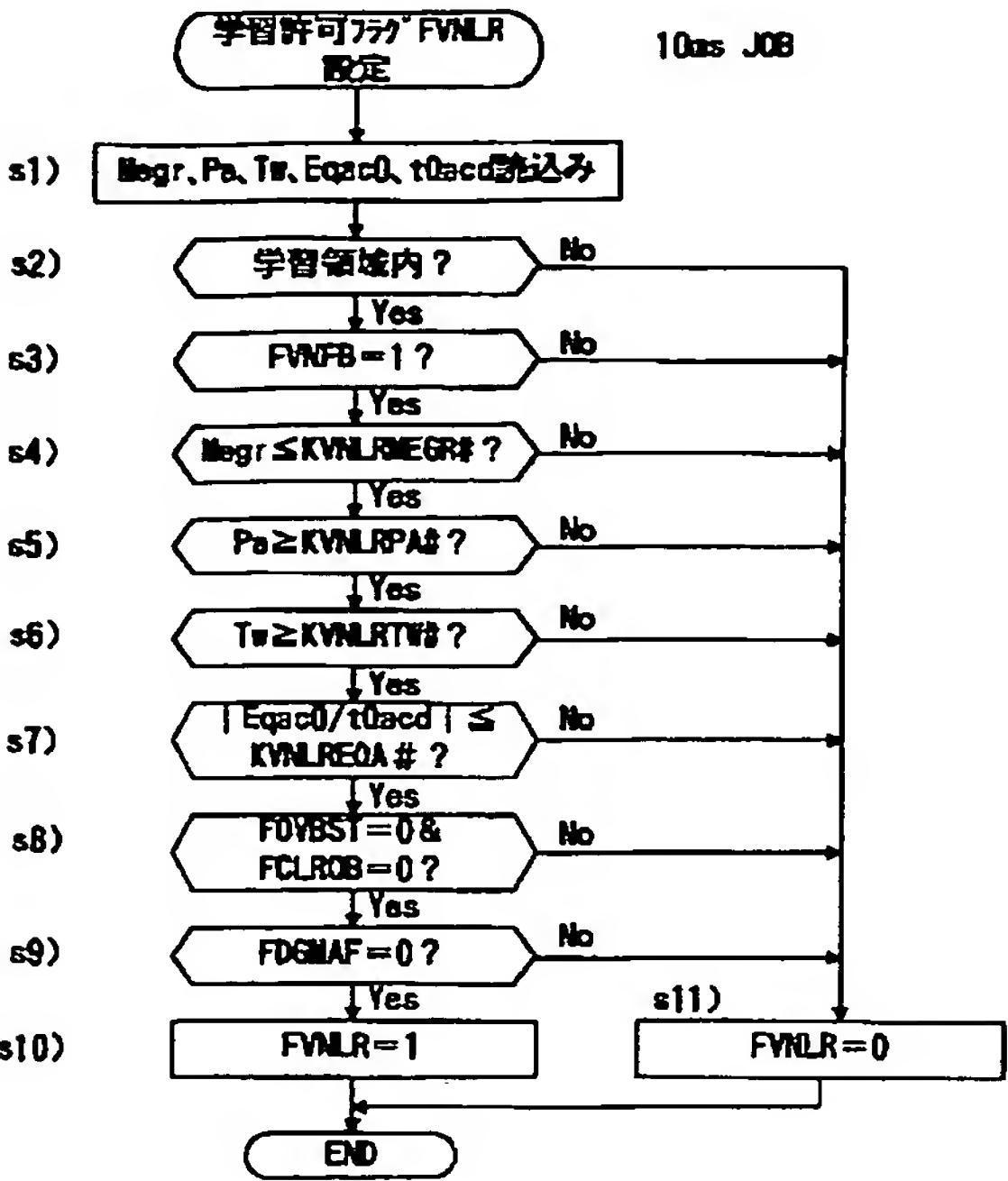
開口割合F/B量演算

10ms JOB

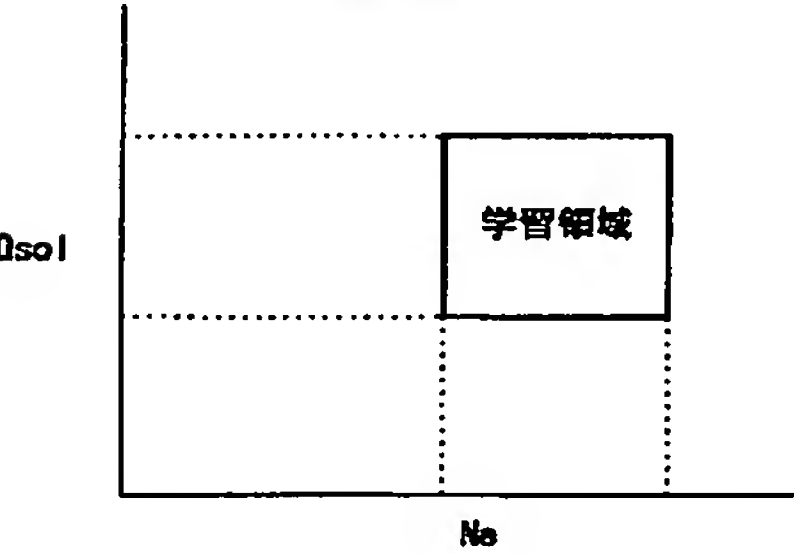
```

graph TD
    Start([スタート]) --> S1[s1) Qac, t0acd読み込み]
    S1 --> S2{s2) FVNF=1?}
    S2 -- Yes --> S4[s4) Eqac=Qac-t0acd]
    S2 -- No --> S3[s3) Eqac=0]
    S3 --> S5[s5) Ravfbp=Gkvntp×Eqac]
    S4 --> S5
    S5 --> S6[s6) Ravfbi=Gkvnti×Eqac+Ravfbi-1-dTravlr]
    S6 --> S7[s7) Avnt_fb=Ravfbp+Ravfbi]
    S7 --> End([END])
  
```

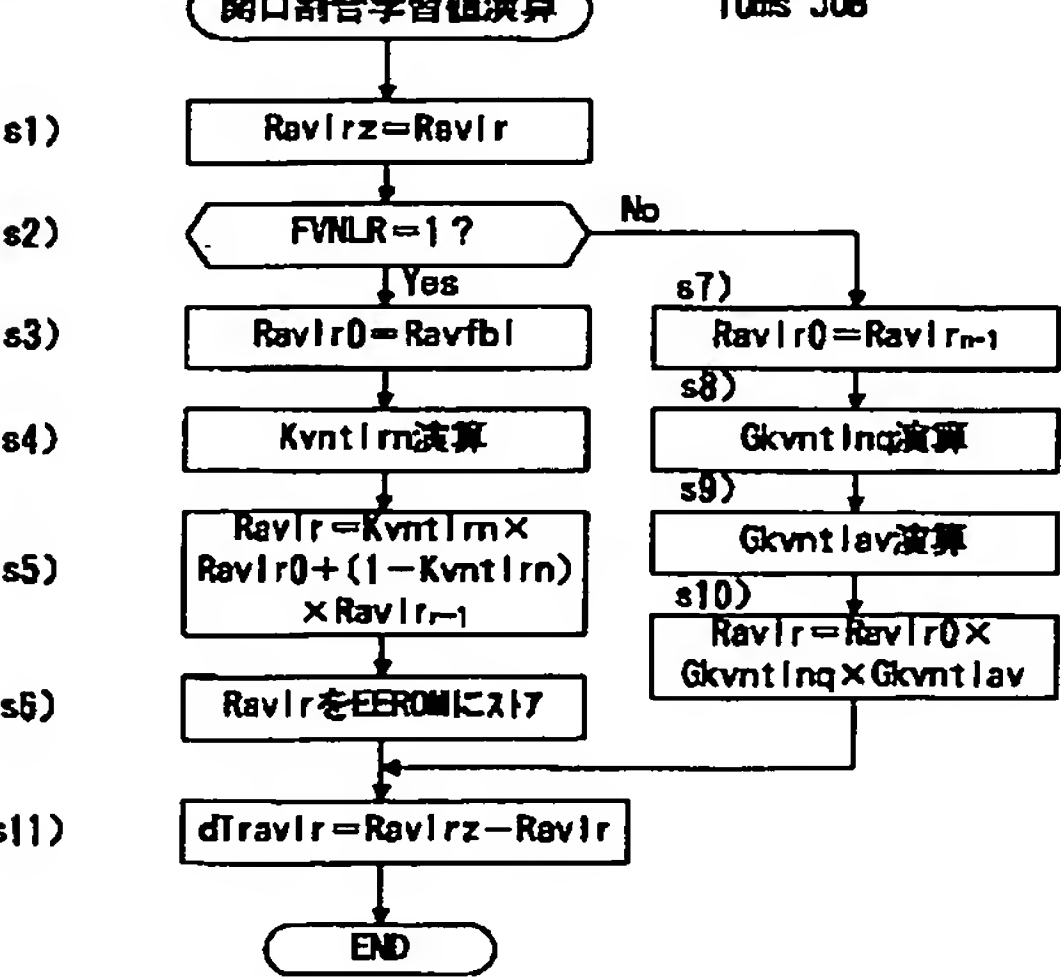
[Drawing 78]



[Drawing 79] 学習領域

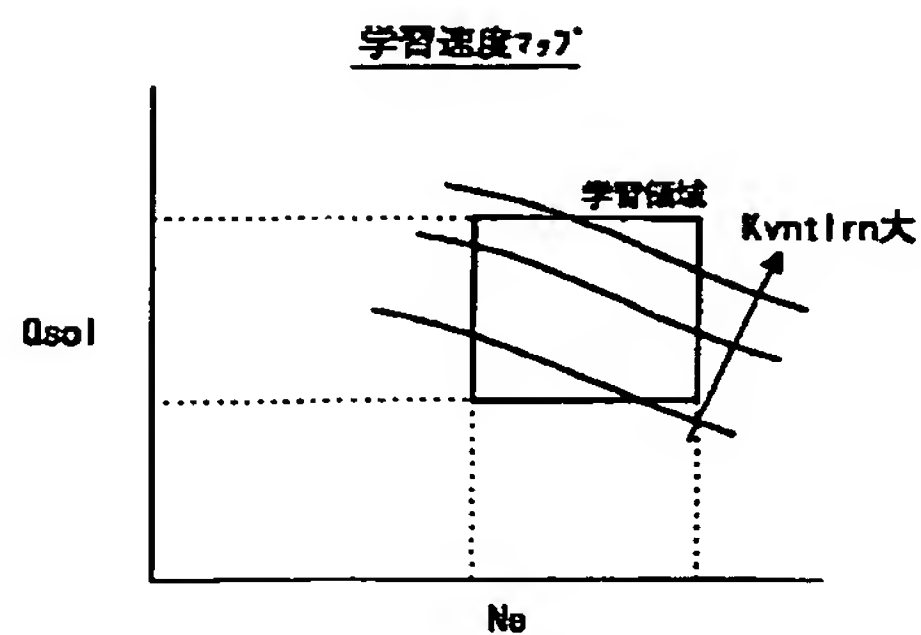


[Drawing 80] 関口割合学習値演算 10ms JOB

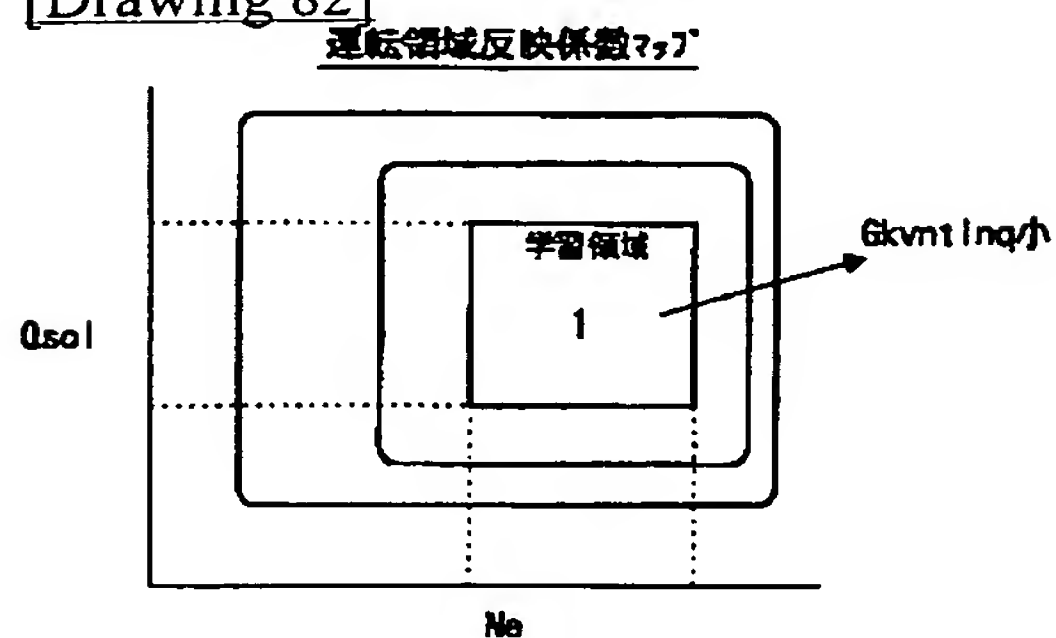


[Drawing 81]

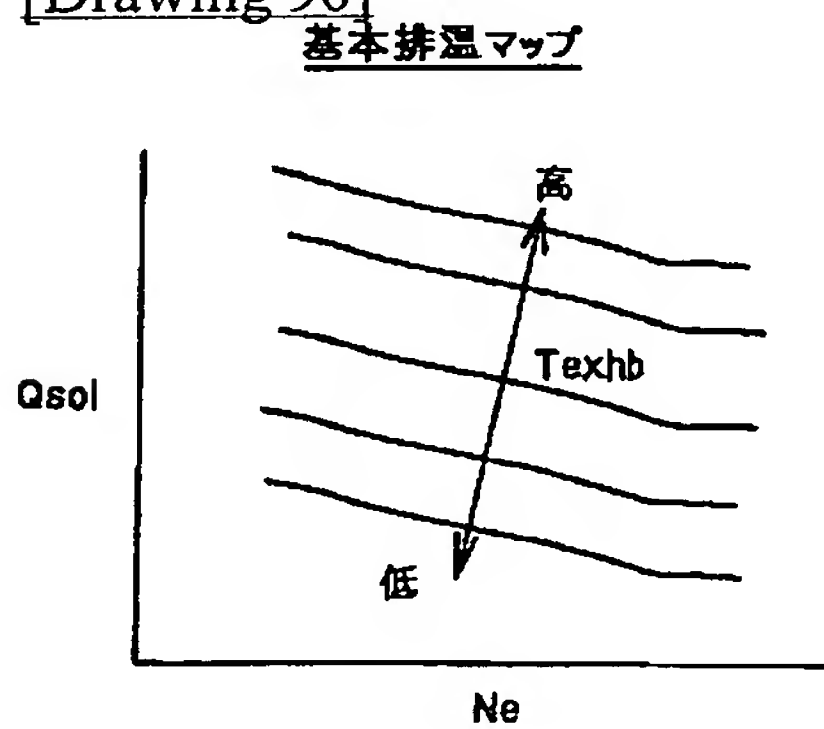




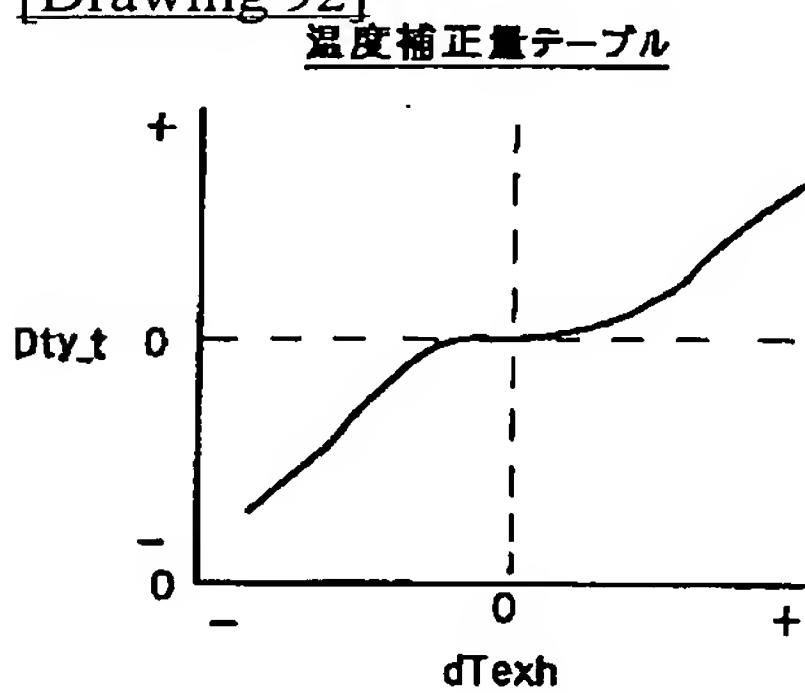
[Drawing 82]



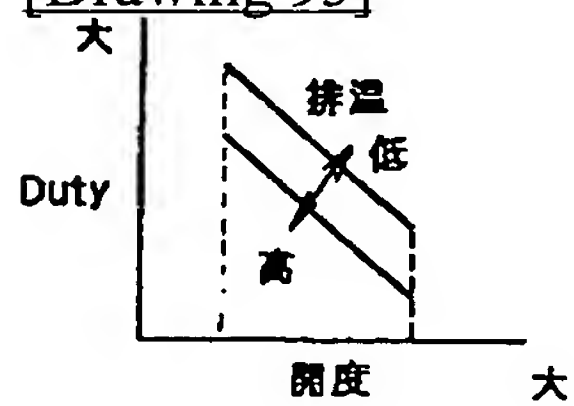
[Drawing 90]



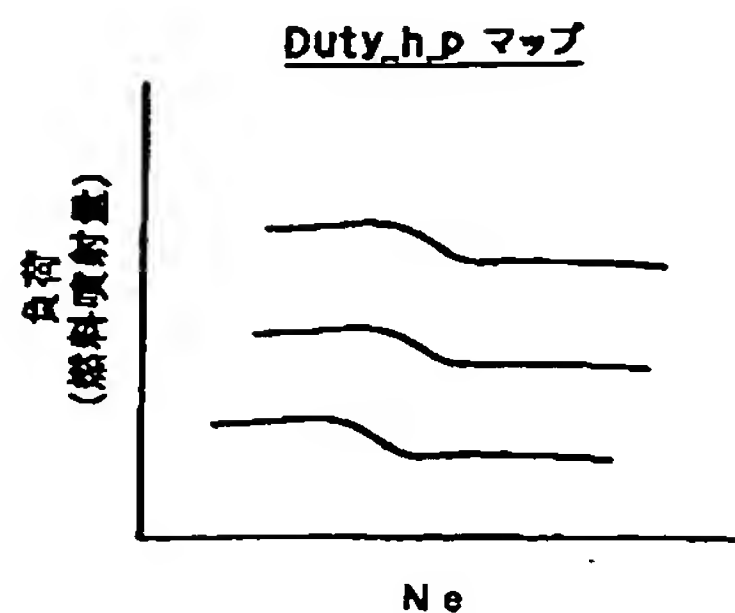
[Drawing 92]



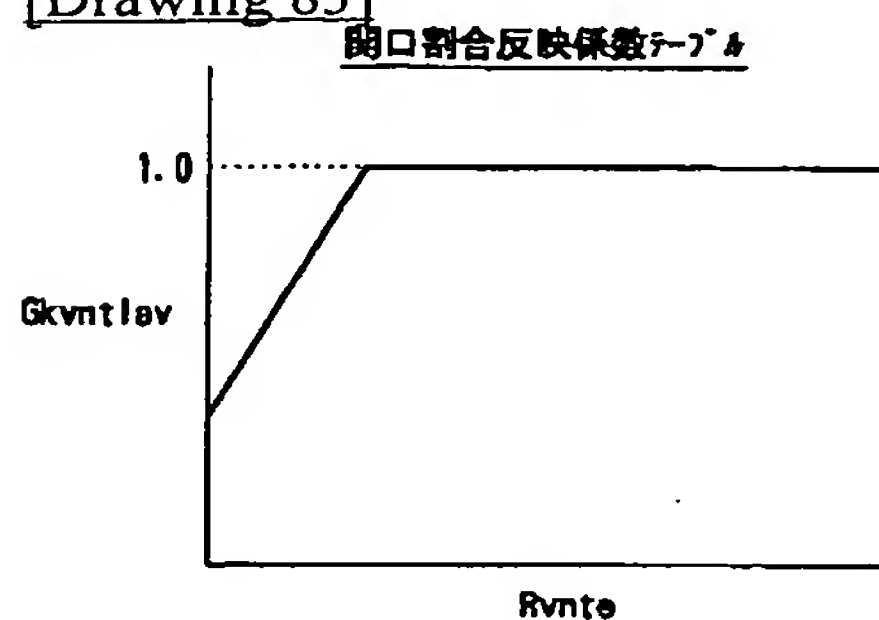
[Drawing 93]



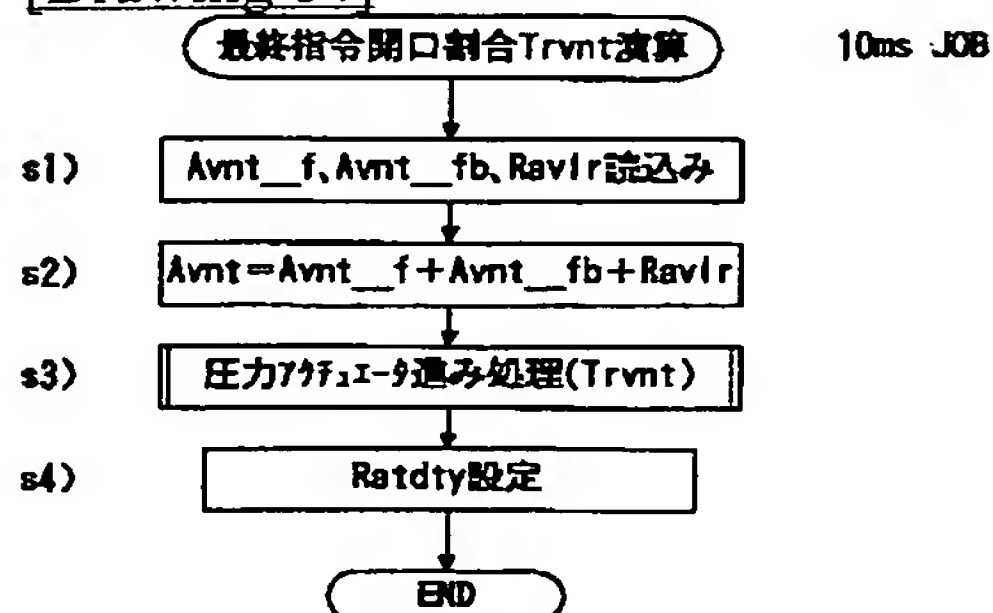
[Drawing 94]



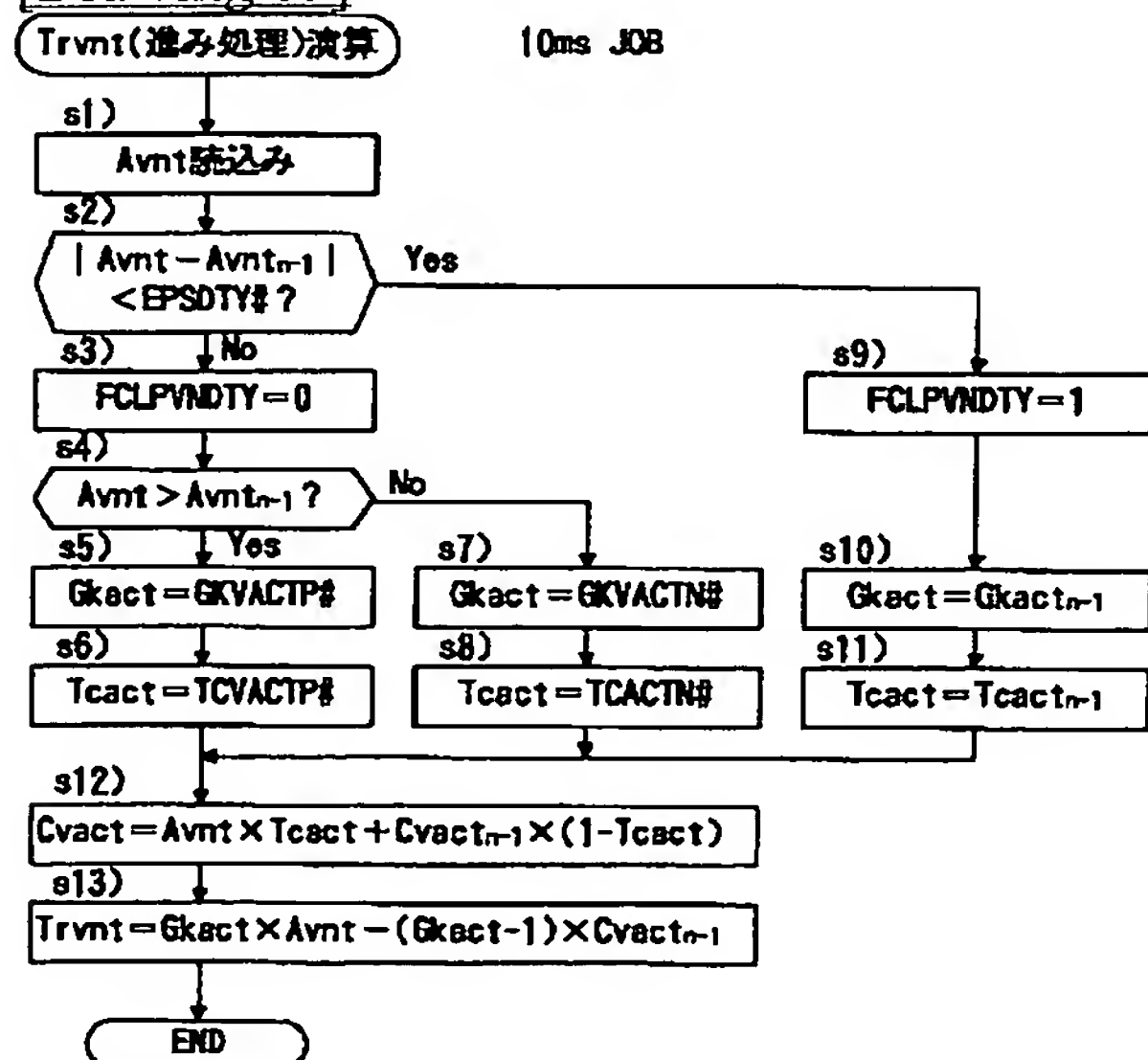
[Drawing 83]



[Drawing 84]

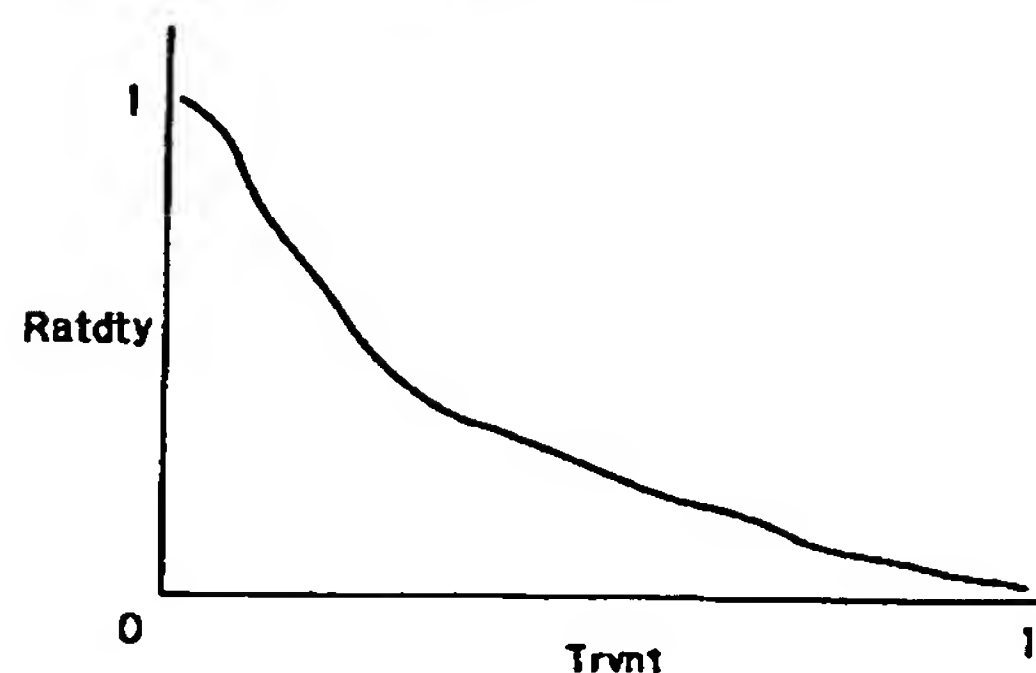


[Drawing 85]

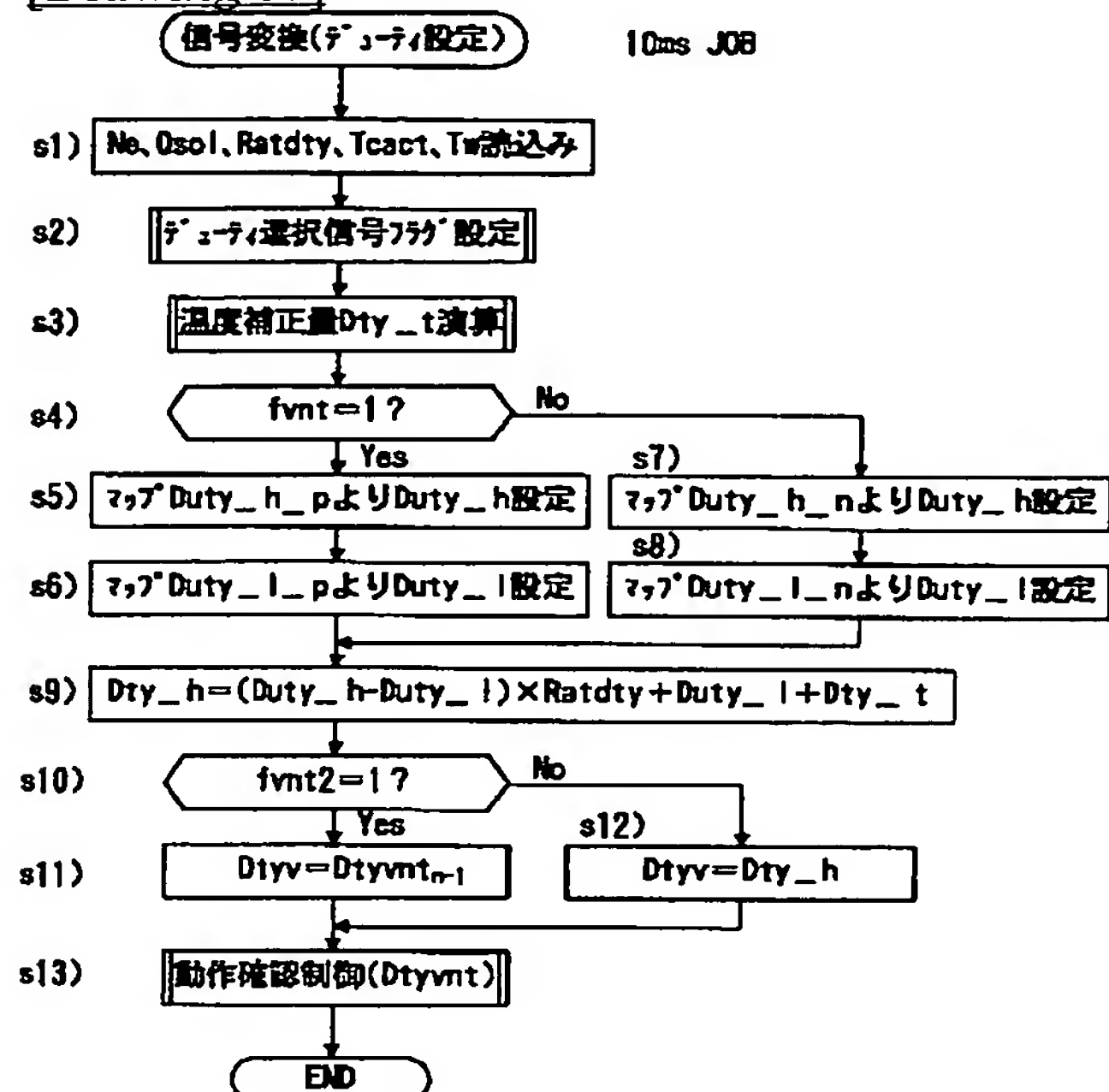


[Drawing 86]

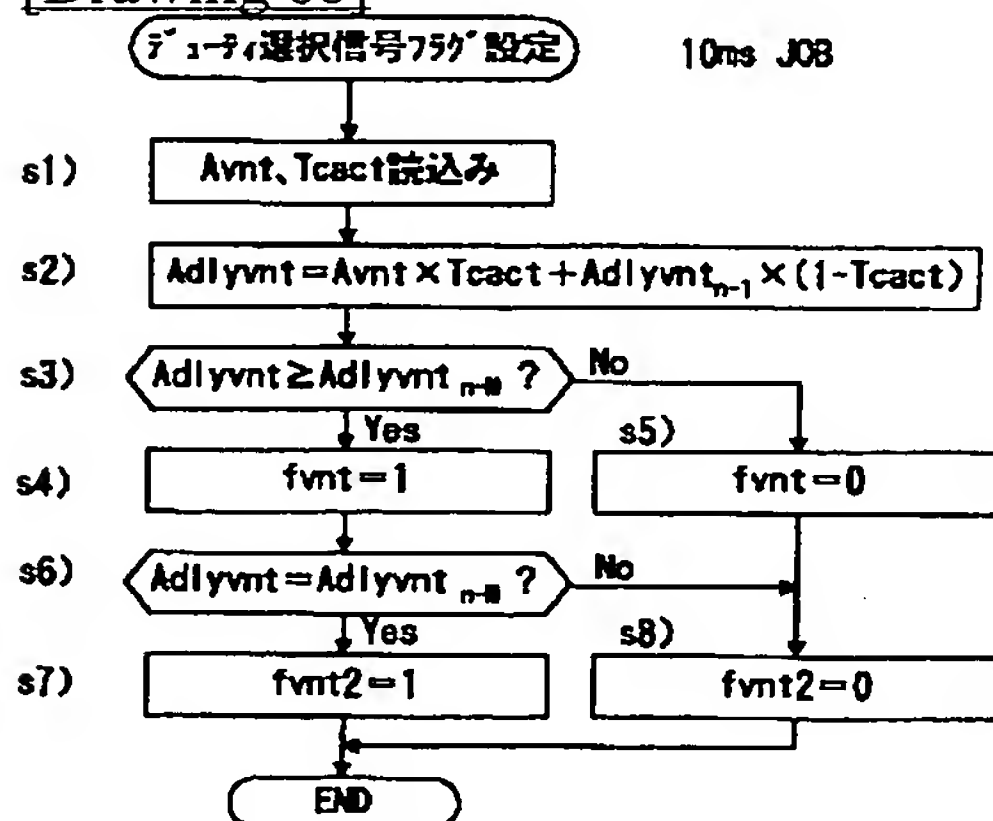
線型化テーブル



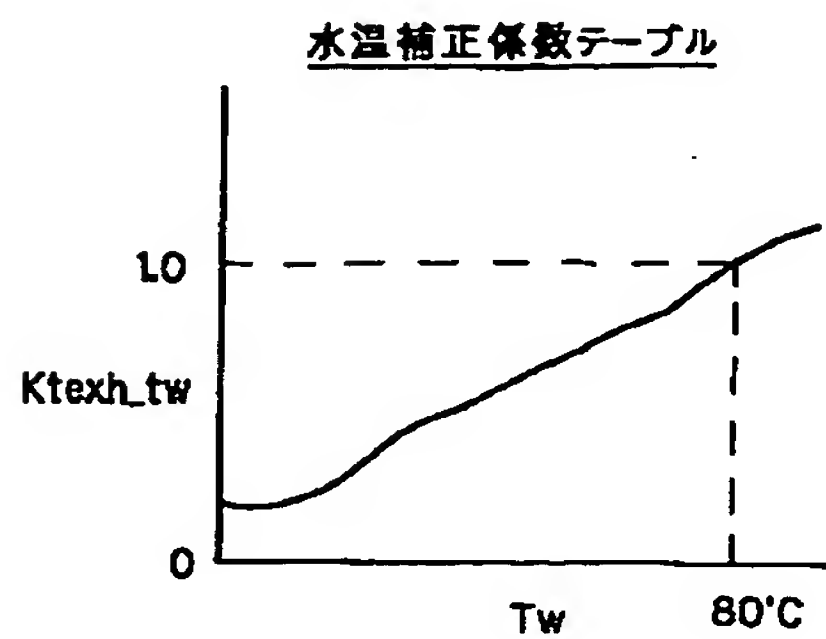
[Drawing 87]



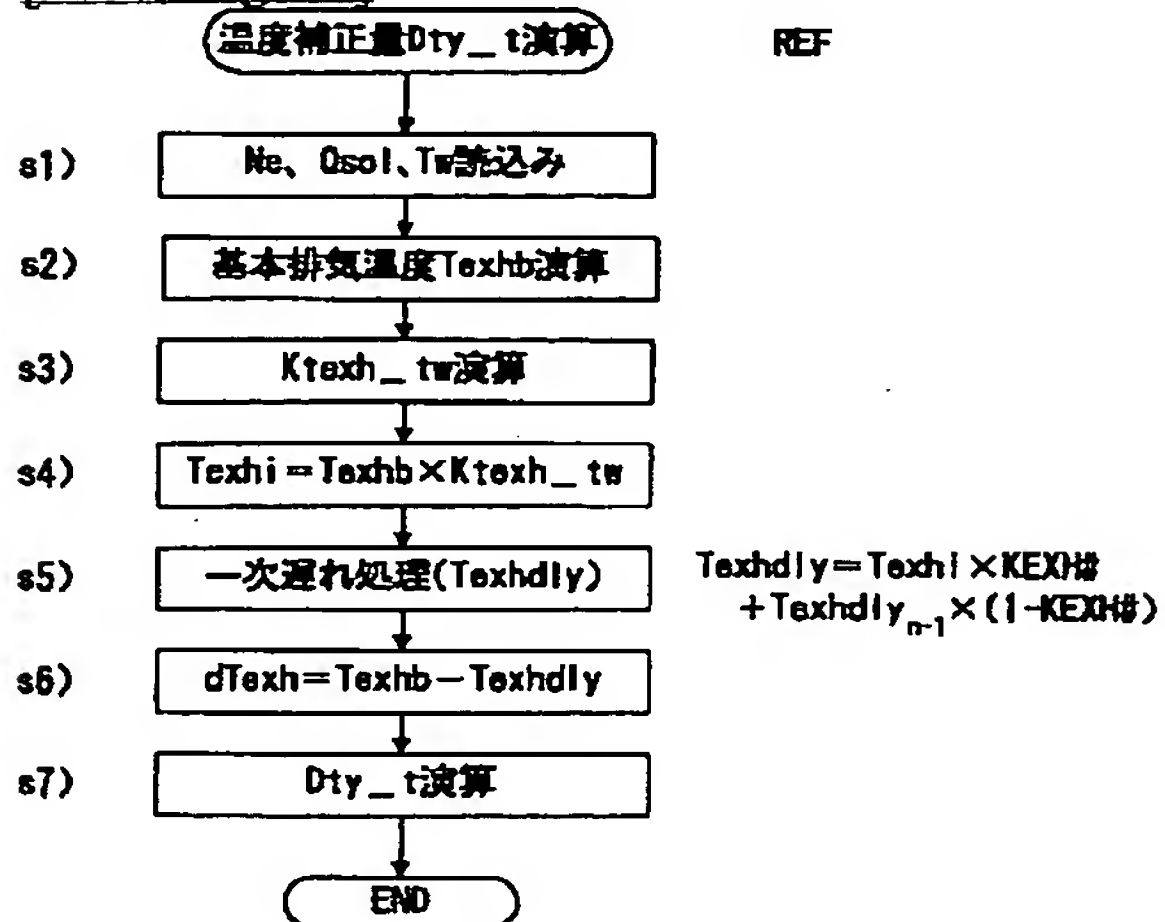
[Drawing 88]



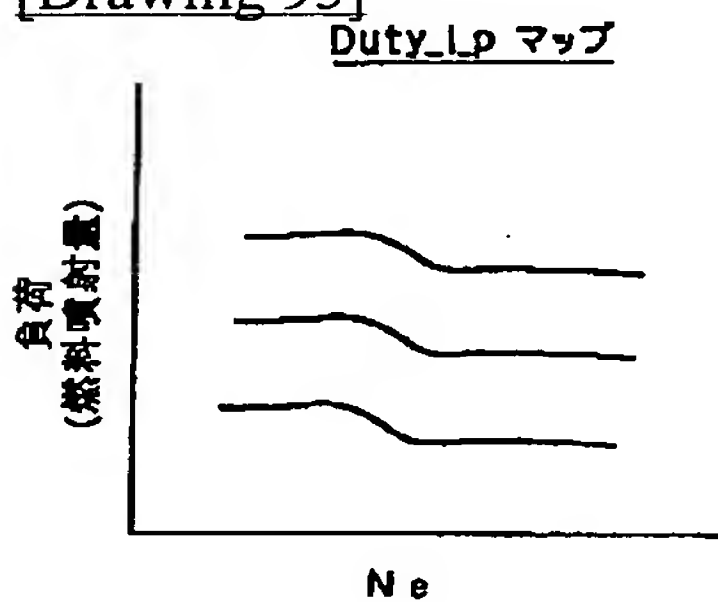
[Drawing 91]



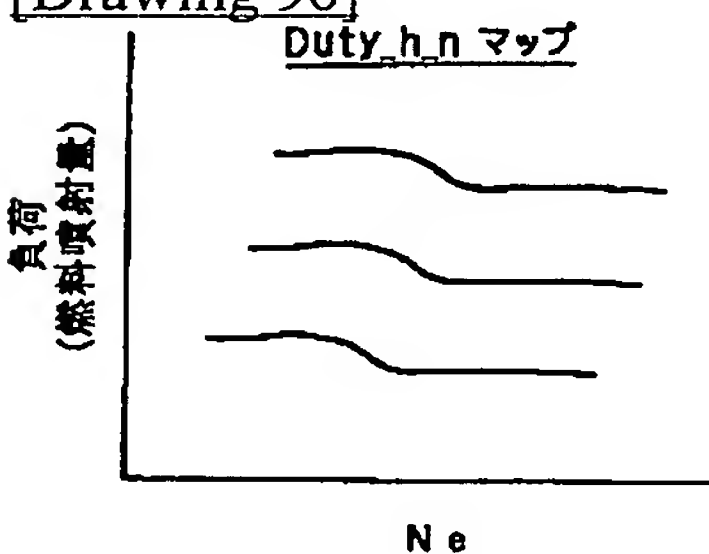
[Drawing 89]



[Drawing 95]

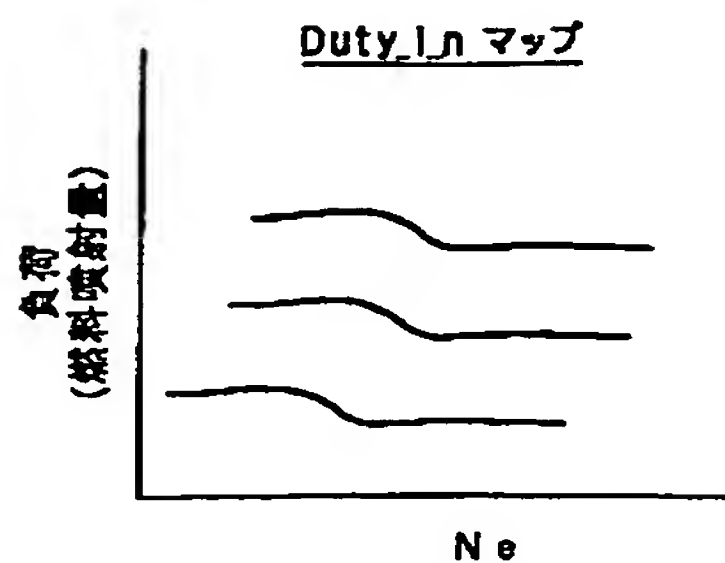


[Drawing 96]

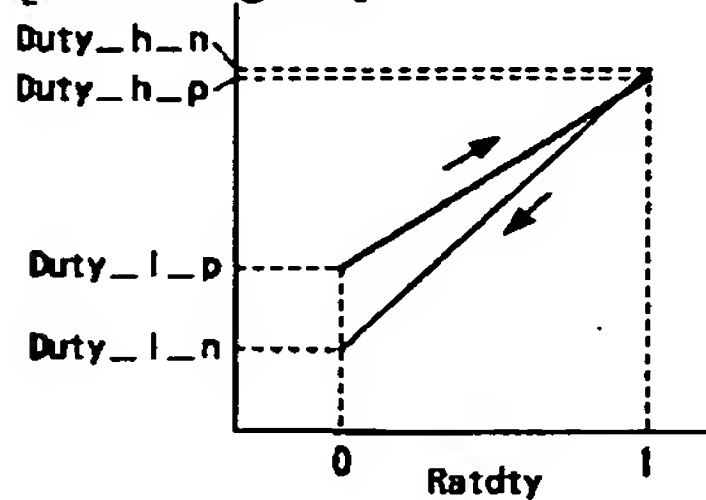


[Drawing 97]

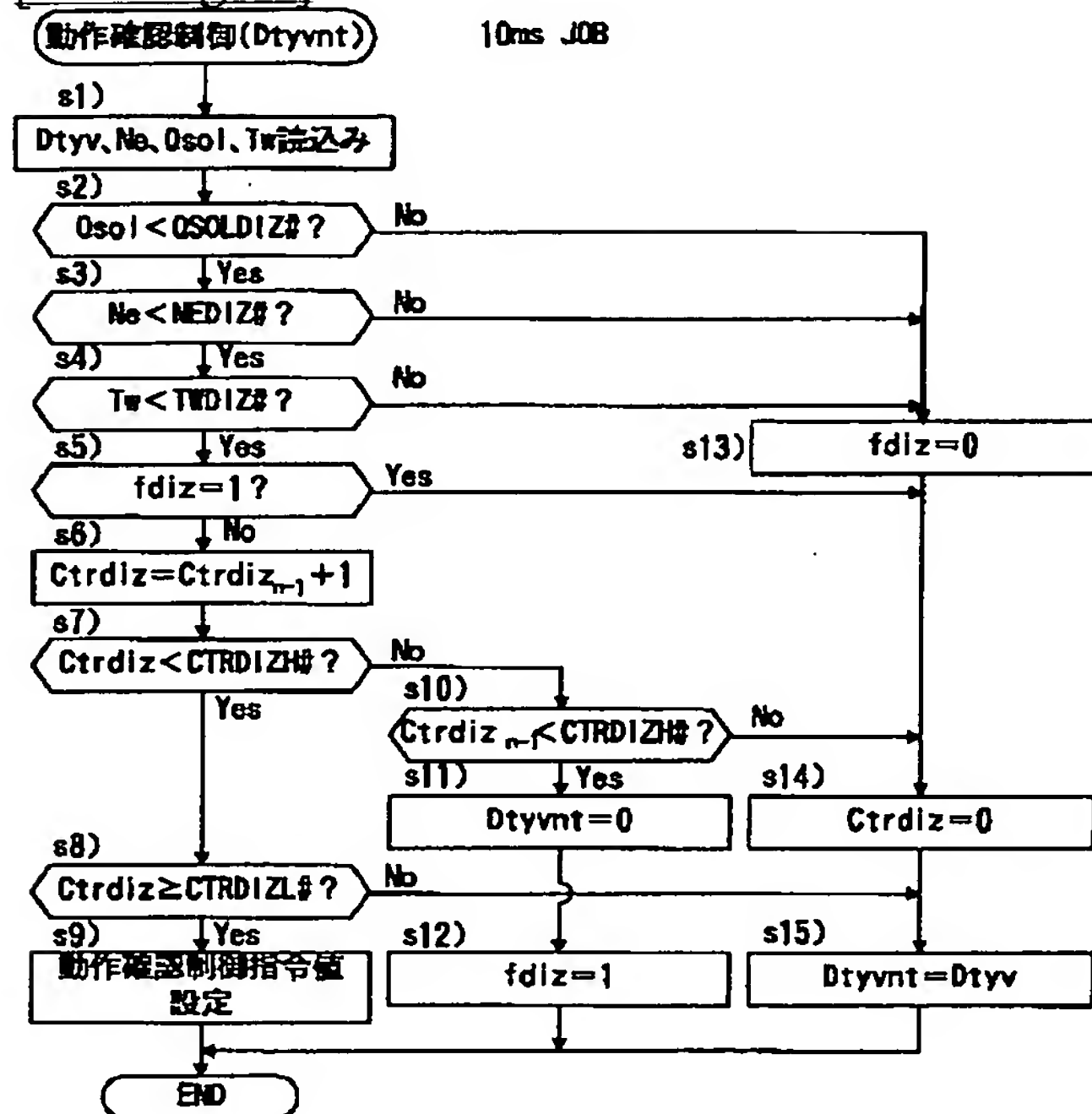




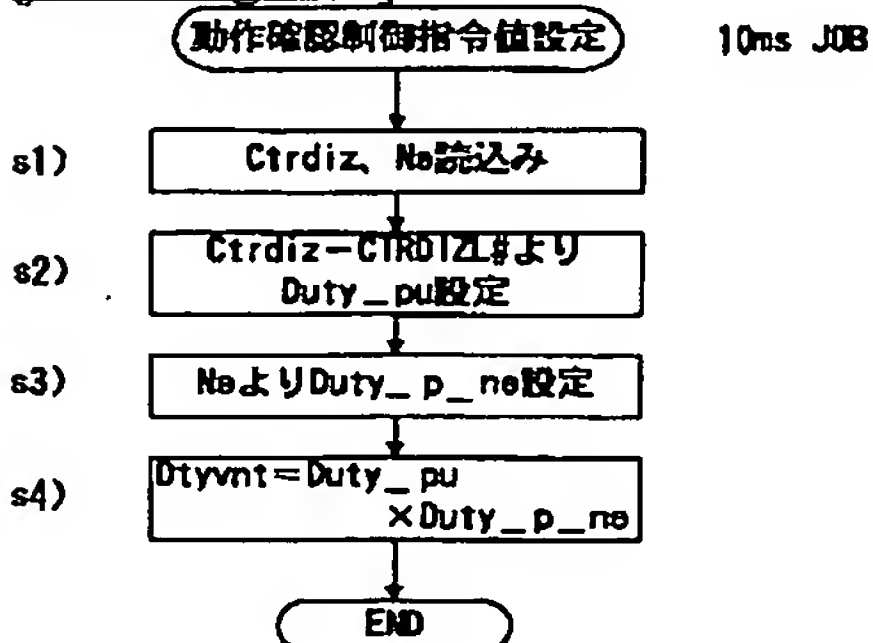
[Drawing 98]



[Drawing 99]

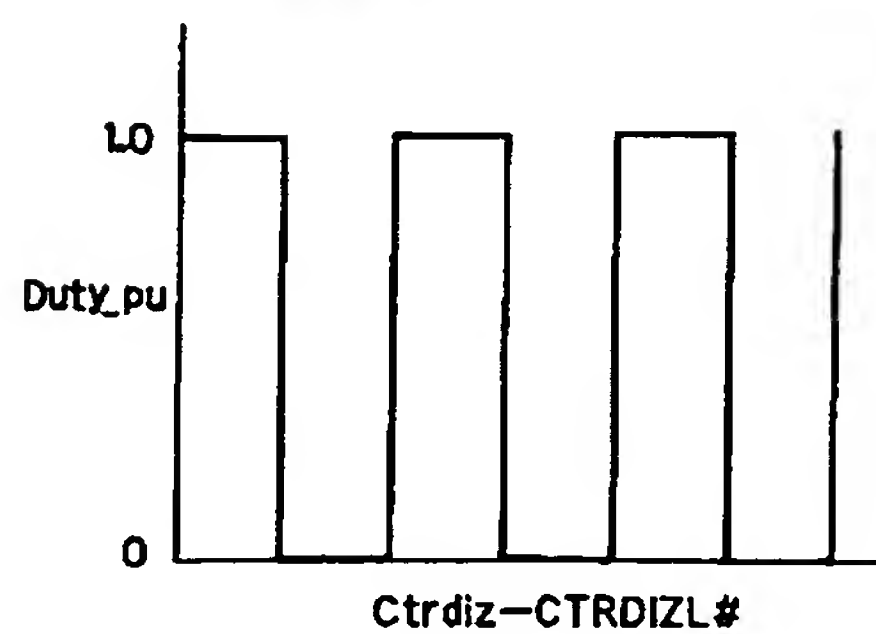


[Drawing 100]



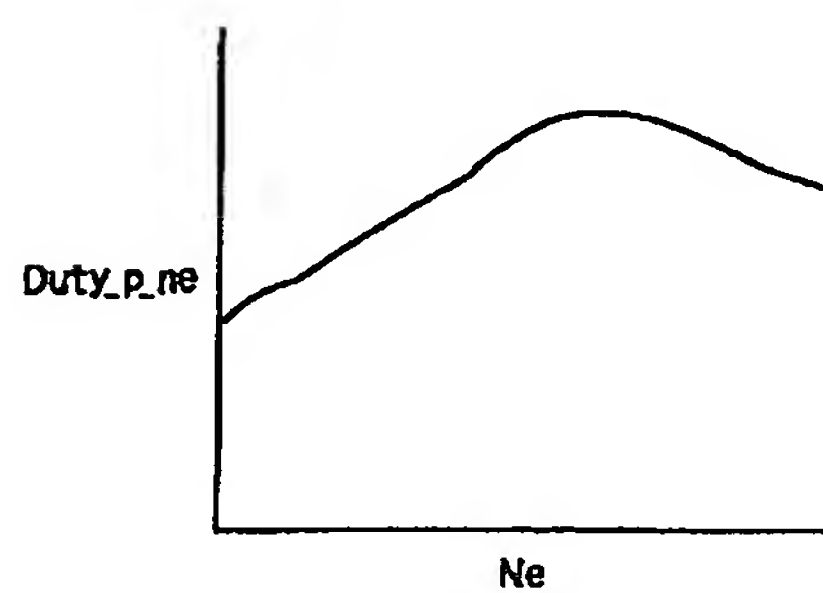
[Drawing 101]

制御パターンテーブル

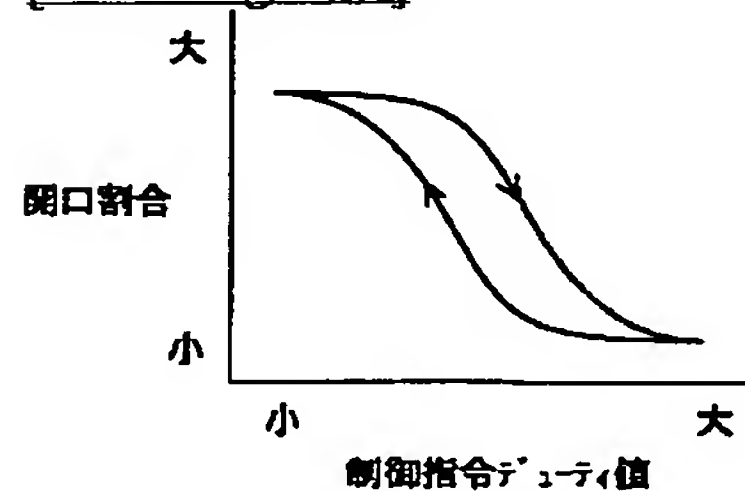


[Drawing 102]

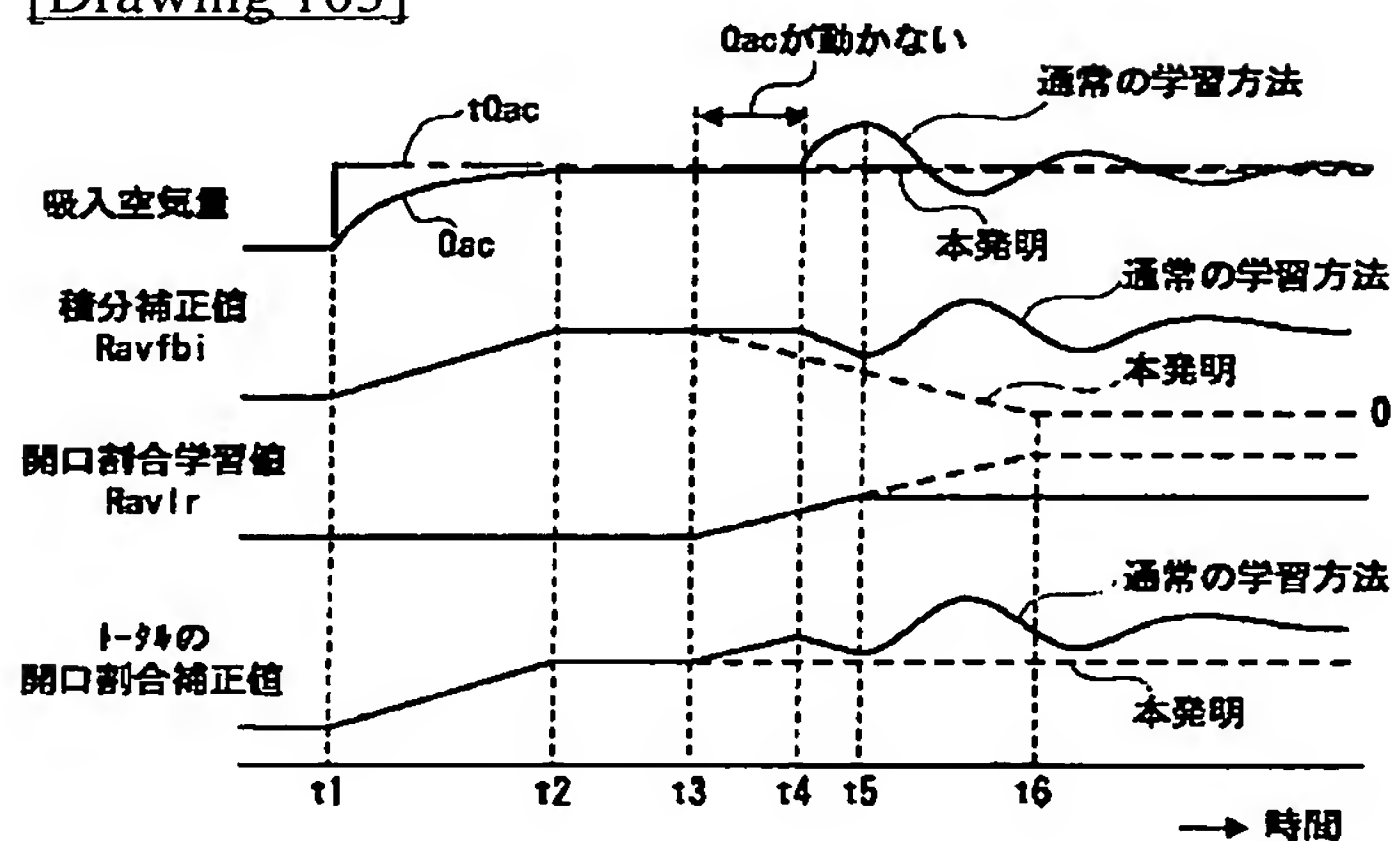
Duty\_p\_ne テーブル



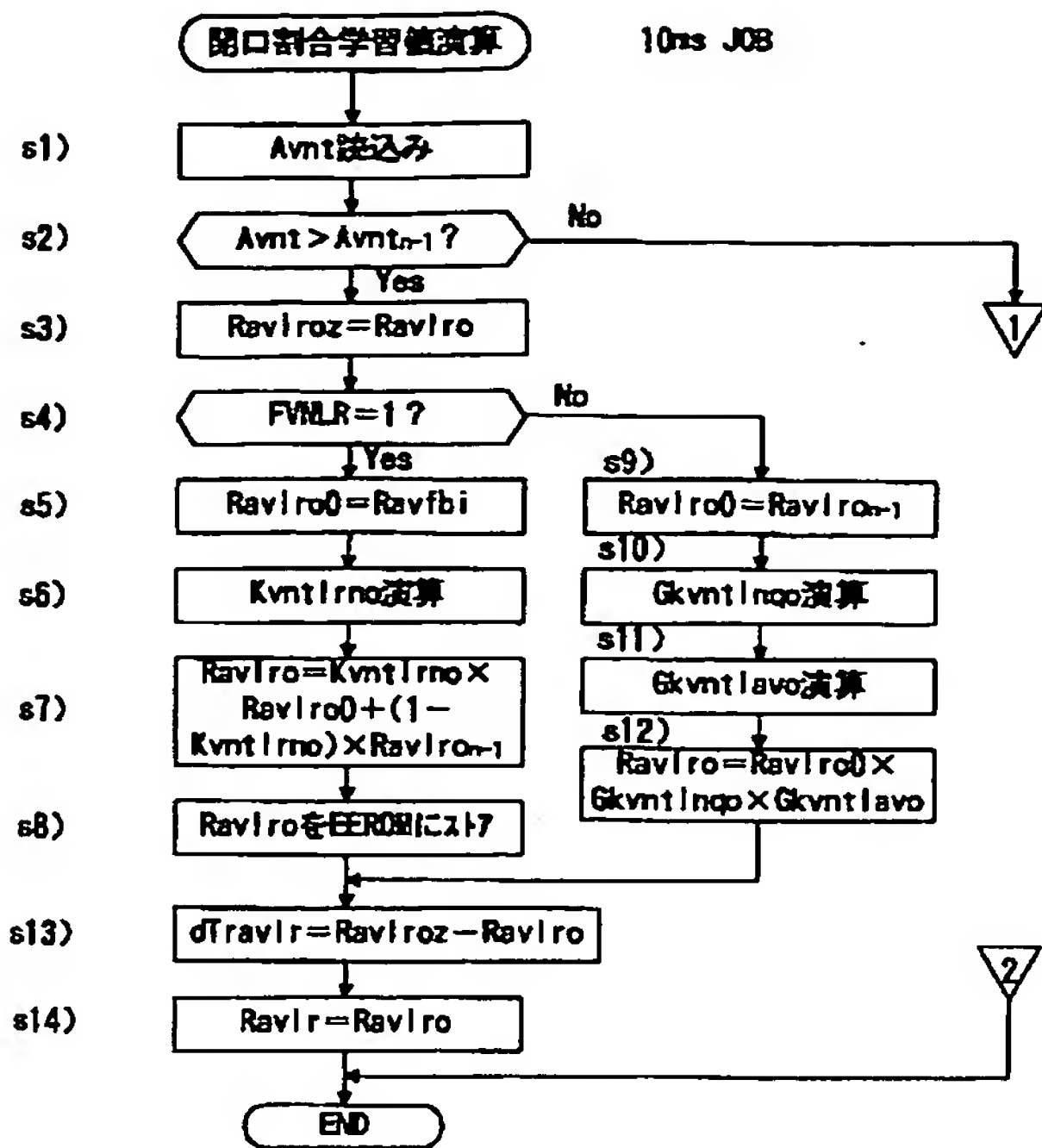
[Drawing 106]



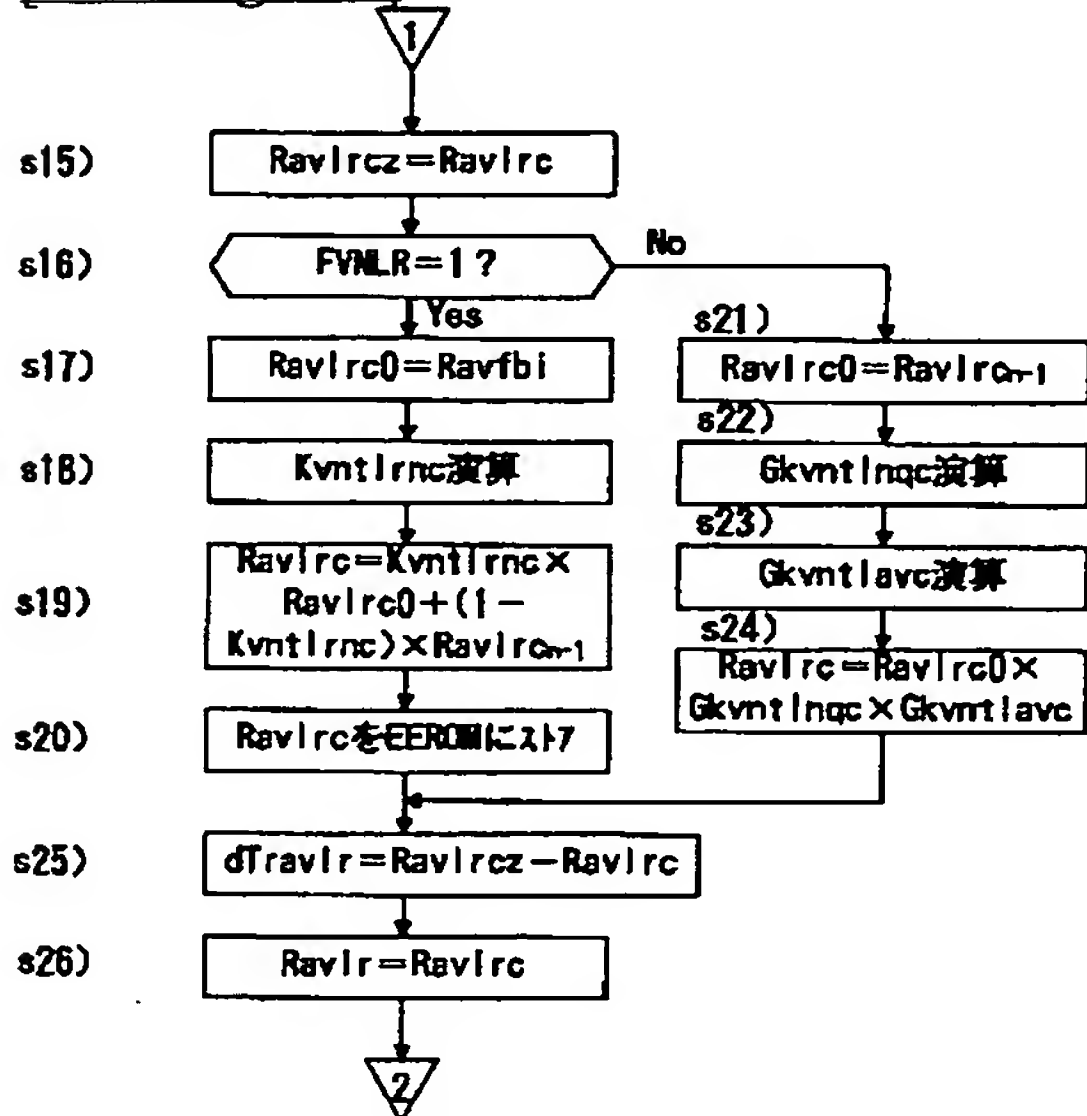
[Drawing 103]



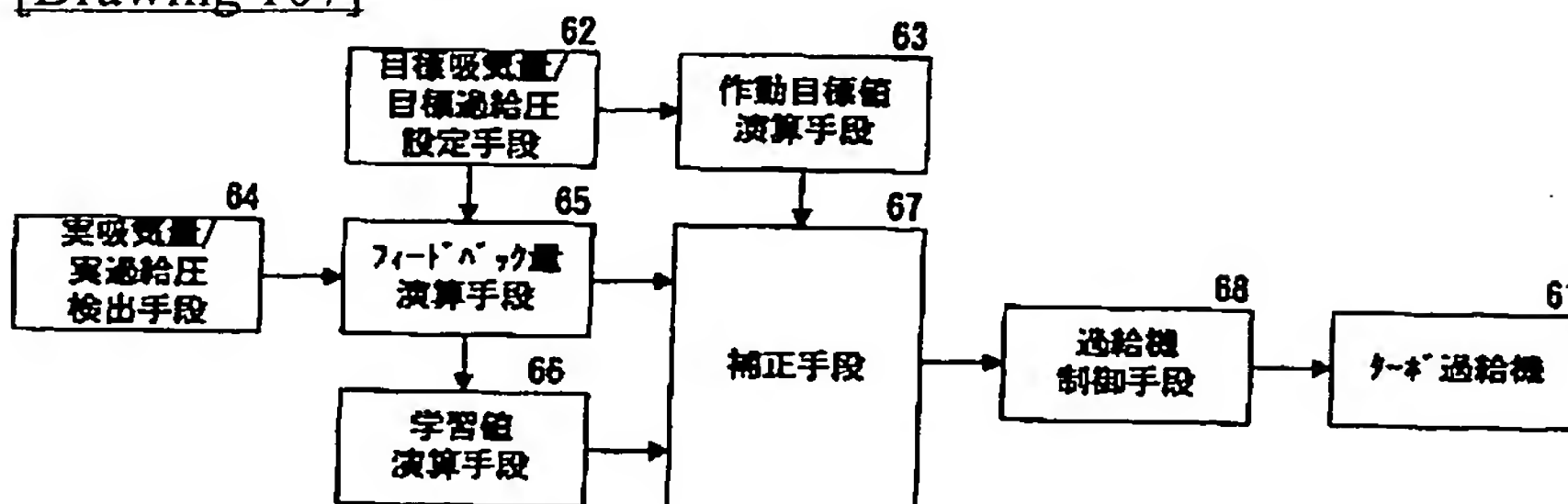
[Drawing 104]



[Drawing 105]



[Drawing 107]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-115553  
(P2002-115553A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl.	識別記号	FI	テーマコード(参考)
F 0 2 B 37/22		F 0 2 D 23/00	N 3 G 0 0 5
F 0 2 D 23/00		41/18	A 3 G 0 8 4
41/18		45/00	3 4 0 C 3 G 0 9 2
45/00	3 4 0	F 0 2 B 37/12	3 0 1 N 3 G 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2000-306484(P2000-306484)	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成12年10月5日(2000.10.5)	(72) 発明者	白河 暁 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

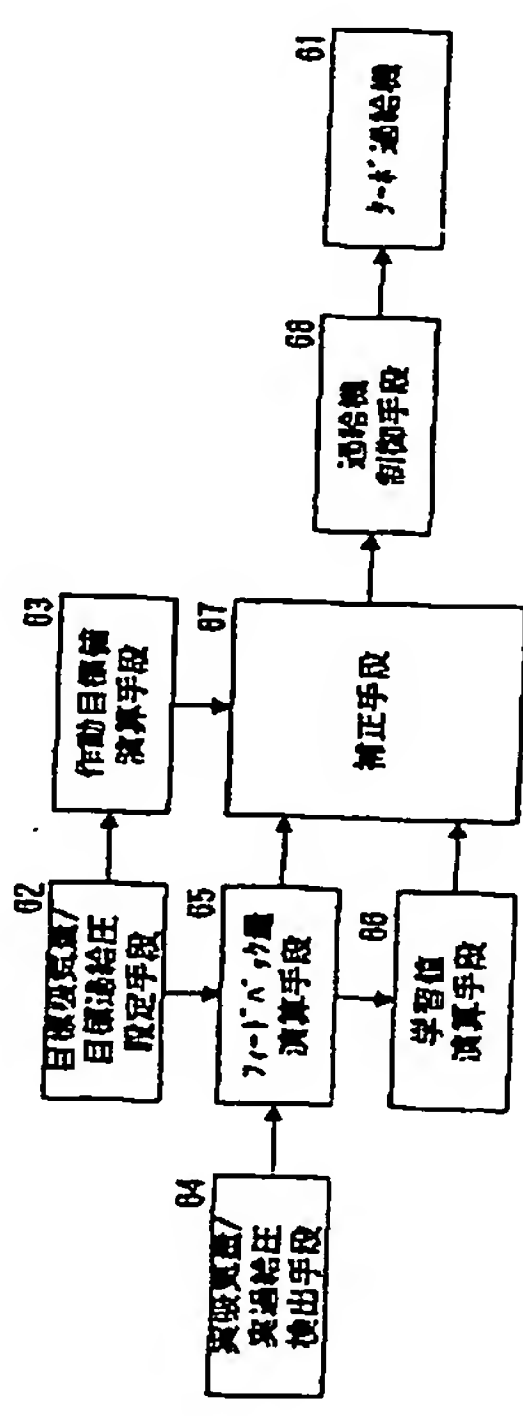
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過給機の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 実過給圧や実吸入空気量の検出手段や過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータに製品バラツキがあっても、精度よく目標過給圧や目標吸入空気量を得る。

【解決手段】 目標吸入空気量または目標過給圧を設定手段62が設定し、この目標吸入空気量または目標過給圧に基づいてターボ過給機61の作動目標値を演算手段63が演算する。実吸入空気量が目標吸入空気量とまたは実過給圧が目標過給圧と一致するようにフィードバック量を少なくとも積分補正值を含んで演算手段65が演算し、実吸入空気量が目標吸入空気量とまたは実過給圧が目標過給圧と一致した場合の前記積分補正值に基づいて演算手段66が学習値を演算し、この学習値と前記フィードバック量とで前記作動目標値を補正手段67が補正する。



FP05-0077  
-00W0-TY

05.5.24

SEARCH REPORT



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ターボ過給機を備え、  
目標吸入空気量または目標過給圧を設定する手段と、  
この目標吸入空気量または目標過給圧に基づいて前記過  
給機の作動目標値を演算する手段と、  
実吸入空気量または実過給圧を検出する手段と、  
実吸入空気量が前記目標吸入空気量とまたは実過給圧が  
前記目標過給圧と一致するようにフィードバック量を少  
なくとも積分補正值を含んで演算する手段と、  
実吸入空気量が前記目標吸入空気量とまたは実過給圧が  
前記目標過給圧と一致した場合の前記積分補正值に基づ  
いて学習値を演算する手段と、  
この学習値と前記フィードバック量とで前記作動目標値  
を補正する手段と、  
この補正した作動目標値となるように前記過給機を制御  
する手段とを設けたことを特徴とする過給機の制御装  
置。

【請求項2】学習値を演算した後もこの学習値とフィー  
ドバック量との合計が一定値となるようにすることを特  
徴とする請求項1に記載の過給機の制御装置。

【請求項3】所定のサイクル毎に学習値を更新する場合  
に、その学習値の更新前後の変化分だけ次のサイクルで  
積分補正值から減算することを特徴とする請求項1に記  
載の過給機の制御装置。

【請求項4】過給圧可変機構を駆動するためのアクチュ  
エータが圧力アクチュエータである場合に、この圧力ア  
クチュエータを過給圧が弱まる側に動かしているときと  
過給圧が高まる側に動かしているときとで別個の学習値  
を導入することを特徴とする請求項1から3までのいづ  
れか一つに記載の過給機の制御装置。

【請求項5】学習領域を外れた領域を学習値の反映領域  
として定め、この反映領域で学習値に代えて学習値を運  
転領域反映係数で補正した値を用いて前記作動目標値を  
補正することを特徴とする請求項1から4までのいづれ  
か一つに記載の過給機の制御装置。

【請求項6】運転領域反映係数は学習領域から外れるほ  
ど小さくなる値であることを特徴とする請求項5に記載  
の過給機の制御装置。

【請求項7】学習領域を外れた領域を学習値の反映領域  
として定め、この反映領域で学習値に代えて学習値を過  
給機の作動値反映係数で補正した値を用いて前記作動目  
標値を補正することを特徴とする請求項1から4までの  
いづれか一つに記載の過給機の制御装置。

【請求項8】作動値反映係数を過給機の作動目標値また  
は作動実値に応じて設定することを特徴とする請求項  
7に記載の過給機の制御装置。

【請求項9】過給圧可変機構を駆動するためのアクチュ  
エータへの制御指令値に対する実吸入空気量または実過  
給圧の応答遅れを過給機・吸排気の応答遅れと過給圧可  
変機構を駆動するためのアクチュエータの応答遅れに分

離し、各応答遅れに対して独立に進み処理を行うことを  
特徴とする請求項1から8までのいずれか一つに記載の  
過給機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は過給機の制御装  
置、特に過給圧可変機構を備えるものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】実過給圧が目標過給圧と一致するように  
過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータに与え  
る指令値をフィードバック制御するものがある（特開平  
8-338256号公報参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記の実過  
給圧（あるいは実吸入空気量）を検出する手段や過給圧  
可変機構を駆動するためのアクチュエータには製品バラ  
ツキがあるため、この製品バラツキによりエンジン毎に  
実過給圧（実吸入空気量）がばらつく。こうした過給圧  
のバラツキは従来装置のようにフィードバック制御を行  
うことによって補償されるもののエンジンの吸気系の応  
答遅れが大きいと、あまり大きくフィードバックゲイン  
をとることができず、過渡運転時の過給圧制御誤差の  
原因となる。

【0004】そこで本発明は、フィードバック制御の積  
分補正值が平衡に達したら、この値に基づいて学習値を  
演算し、この学習値を用いても、

①排気タービンの幾何学形状（ノズル、スクロール、デ  
ィフューザ）を可変に調整可能なタイプではたとえば過  
給機の開口面積または開口面積相当値の目標値、

②ウェストゲートバルブを備えるタイプではたとえばそ  
のバルブ開度の目標値といった過給機の作動目標値を補  
正することにより、実過給圧や実吸入空気量の検出手段  
や過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータに製  
品バラツキがあっても、精度よく目標過給圧や目標吸入  
空気量を得ることを目的とする。

【0005】また、通常の学習方法ではフィードバック  
制御時に安定していても、エンジン吸気系の応答遅れに  
起因する、学習動作による外乱で過給圧（吸入空気量）  
の安定性が低下することがある。これを図103を用い  
て説明すると、 $t_1$ のタイミングで目標吸入空気量  $tQ_{ac}$   
をステップ変化させた場合に、フィードバック制御  
により積分補正值  $R_{avfb}$  が大きくなる。この大き  
くなる積分補正值  $R_{avfb}$  によって実吸入空気量  $Q_{ac}$   
が目標吸入空気量  $tQ_{ac}$  と一致したタイミングの  
 $t_2$  より積分補正值  $R_{avfb}$  は一定値に保持される  
（積分補正值が平衡に達する）。

【0006】そこで、積分補正值が平衡に達しているた  
えば  $t_3$  のタイミングで積分補正值  $R_{avfb}$  に基  
づいて学習を開始すれば、 $t_3$  のタイミングより学習値  
 $R_{avlr}$  が大きくなり、トータルの補正值（= $R_{av}$

$i b i + R a v l r$ ) も増加する(最下段の実線参照)。

【0007】しかしながら、実験によればこのトータルの補正值の増加に対して実吸入空気量 $Q a c$ がいつとき動かず( $t 3 \sim t 4$ の区間)、 $t 4$ のタイミングで急に実吸入空気量 $Q a c$ が動き始めてオーバーシュートする現象が生じる(第一段目の実線参照)。この実吸入空気量 $Q a c$ のオーバーシュートを受けて、積分補正值 $R a v f b i$ が $t 4$ の直後は減少するものの、実吸入空気量 $Q a c$ の目標吸入空気量 $t Q a c$ からのずれが許容範囲を外れた(したがって学習許可条件が不成立となる) $t 5$ のタイミングで学習が停止される。その後は実吸入空気量 $Q a c$ の振動がしばらく続く。

【0008】このように通常の学習動作を行うことが却って外乱となり、実吸入空気量 $Q a c$ が振動し、その収束のために時間を要することになる。

【0009】そこで本発明は、フィードバック制御の積分補正值を学習値に置き換える際に、学習値に置き換えた分だけ次のサイクルで積分補償値から減算することにより、トータルの補正值が学習中に変化しないようにし、これによって応答遅れの大きなエンジン吸気系を有している場合に学習動作を行っても、その学習動作を外乱として過給圧(吸入空気量)の安定性が低下しないようにすることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、図107に示すように、ターボ過給機61を備え、目標吸入空気量または目標過給圧を設定する手段62と、この目標吸入空気量または目標過給圧に基づいて前記過給機61の作動目標値(排気タービンの幾何学形状を可変に調整可能なタイプではたとえば過給機61の開口面積または開口面積相当値の目標値、ウェストゲートバルブを備えるタイプではたとえばそのバルブ開度の目標値)を演算する手段63と、実吸入空気量または実過給圧を検出する手段64と、実吸入空気量が前記目標吸入空気量とまたは実過給圧が前記目標過給圧と一致するようにフィードバック量を少なくとも積分補正值を含んで演算する手段65と、実吸入空気量が前記目標吸入空気量とまたは実過給圧が前記目標過給圧と一致した場合の前記積分補正值に基づいて学習値を演算する手段66と、この学習値と前記フィードバック量とで前記作動目標値を補正する手段67と、この補正した作動目標値となるように前記過給機61を制御する手段68と設ける。

【0011】第2の発明では、第1の発明において学習値を演算した後もこの学習値とフィードバック量との合計が一定値となるようにする。

【0012】第3の発明では、第1の発明において所定のサイクル毎に学習値を更新する場合に、その学習値の更新前後の変化分だけ次のサイクルで積分補正值から減算する。

【0013】第4の発明では、第1から第3までのいずれか一つの発明において過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータが圧力アクチュエータである場合に、この圧力アクチュエータを過給圧が弱まる側(たとえば可変ノズルの開き側)に動かしているときと過給圧が高まる側(たとえば可変ノズルの閉じ側)に動かしているときとで別個の学習値を導入する。

【0014】第5の発明では、第1から第4までのいずれか一つの発明において学習領域を外れた領域を学習値の反映領域として定め、この反映領域で学習値に代えて学習値を運転領域反映係数で補正した値を用いて前記作動目標値を補正する。

【0015】第6の発明では、第5の発明において運転領域反映係数が学習領域から外れるほど小さくなる値である。

【0016】第7の発明では、第1から第4までのいずれか一つの発明において学習領域を外れた領域を学習値の反映領域として定め、この反映領域で学習値に代えて学習値を過給機の作動値反映係数で補正した値を用いて前記作動目標値を補正する。

【0017】第8の発明では、第7の発明において作動値反映係数を過給機の作動目標値または作動実際値に応じて設定する。

【0018】第9の発明では、第1から第8までのいずれか一つの発明において過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータへの制御指令値に対する実吸入空気量または実過給圧の応答遅れを過給機・吸排気の応答遅れと過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータの応答遅れに分離し、各応答遅れに対して独立に進み処理を行う。

【0019】

【発明の効果】定常運転でフィードバック制御した結果は、実吸入空気量、実過給圧の検出手段や過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータの製品ばらつきを吸収している。そこで、第1の発明により実吸入空気量が目標吸入空気量とまたは実過給圧が目標過給圧と一致したら(フィードバック制御の積分補正值が平衡に達したら)、そのときの積分補正值に基づいて学習値を演算し、この学習値を用いても過給機の作動目標値を補正することで、実吸入空気量、実過給圧の検出手段や過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータに製品バラツキがあっても、精度よく目標吸入空気量や目標過給圧が得られる。

【0020】エンジン吸気系は応答遅れが大きいため、通常の学習動作を行ったときその学習動作による外乱で実過給圧(実吸入空気量)の安定性が低下することがあるのであるが、第2、第3の発明によれば、学習中のトータルの補正值(フィードバック量と学習値の合計)が一定値となるようにしたため、学習動作が外乱とならず、これによって、応答遅れの大きなエンジンの吸気系



を有している場合に学習を行っても、過給圧（吸入空気量）の安定性が保たれる。

【0021】第4の発明によれば、過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータが圧力アクチュエータであることよりアクチュエータに与える指令値に対する過給機の作動実際値（作動目標値に対応する実際値のこと）の特性にヒステリシスが生じる場合であっても（図106参照）、学習値の精度が低下することを避けることができる。

【0022】運転領域の連続性を考慮すると、学習領域の近くでは学習領域とほぼ同等の学習値となり、これに対して学習領域から大きく外れた領域では学習領域での学習値からのずれも大きいと推定されるので、この推定を活かして運転領域反映係数を設定すれば、学習領域を外れた領域に対しても学習値を反映させることができる。すなわち、第5、6の発明によれば学習領域を外れた領域において学習値を用いない場合より制御精度が向上する。

【0023】過給機の作動値（作動目標値または作動実際値）に対する新気量の特性は一様でなく、たとえば作動値が小さいほど新気量が多くなる過給圧特性のものでは、作動値が小さい領域（過給圧の立ち上がりが急激な領域）においても作動値が大きい領域（過給圧の立ち上がりが悪い領域）と同じ学習値を反映させたのでは、学習値が大きすぎ、オーバーブーストが生じる可能性がある。第7、第8の発明によれば、作動値が小さい領域では作動値が大きい領域よりも小さくなる作動値反映係数を設定することで、過給圧の立ち上がりが急激な領域においてもオーバーブーストを回避できる。

【0024】過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータへの制御指令値に対する実吸入空気量または実過給圧の応答遅れは、過給機・吸排気の応答遅れと過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータそのものの応答遅れとの2つの応答遅れからなり、このうち過給機・吸排気の応答遅れの時定数は排気量に依存するのに対して過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータそのものの応答遅れの時定数は一定である。したがって、過給圧可変機構を駆動するためのアクチュエータへの制御指令値に対する実吸入空気量または実過給圧の応答遅れを補償するため進み処理を行うに際して、2つの応答遅れを分離することなく一定の時定数とみなして進み処理を行ったのでは進み処理の制御精度が悪くなるのであるが、第9の発明によれば、各応答遅れに対応した進み処理を行うことができるので、進み処理の制御精度が向上する。

【0025】

【発明の実施の形態】図1に、熱発生のパターンが単段燃焼となる、いわゆる低温予混合燃焼を行わせるための構成を示す。なお、この構成そのものは特開平8-86251号公報などにより公知である。

【0026】さて、NO<sub>x</sub>の生成は燃焼温度に大きく依存し、その低減には燃焼温度の低温化が有効である。低温予混合燃焼では、EGRによる酸素濃度の低減で、低温燃焼を実現するため、排気通路2と吸気通路3のコレクタ部3aとを結ぶEGR通路4に、圧力制御弁5からの制御圧力に応動するダイヤフラム式のEGR弁6を備えている。

【0027】圧力制御弁5は、コントロールユニット41からのデューティ制御信号により駆動されるもので、これによって運転条件に応じた所定のEGR率を得るようにしている。たとえば、低回転低負荷域でEGR率を最大の100パーセントとし、回転速度、負荷が高くなるに従い、EGR率を減少させる。高負荷側では排気温度が上昇するため、多量のEGRガスを還流すると、吸気温度の上昇によってNO<sub>x</sub>低減の効果が減少したり、噴射燃料の着火遅れ期間が短くなって予混合燃焼が実現できなくなる等のため、EGR率を段階的に減少させている。

【0028】EGR通路4の途中には、EGRガスの冷却装置7を備える。これは、EGR通路4の周りに形成されエンジン冷却水の一部が循環されるウォータジャケット8と、冷却水の導入口7aに設けられ冷却水の循環量を調整可能な流量制御弁9とからなり、コントロールユニット41からの指令により、制御弁9を介して循環量を増やすほどEGRガスの冷却度が増す。

【0029】燃焼促進のため吸気ポート近傍の吸気通路に所定の切欠を有するスワールコントロールバルブ（図示しない）を備える。コントロールユニット41により、このスワールコントロールバルブが低回転低負荷域で閉じられると、燃焼室に吸入される吸気の流速が高まり燃焼室にスワールが生成される。

【0030】燃焼室は大径トロイダル燃焼室（図示しない）である。これは、ピストンキャビティを、入口を絞らずピストンの冠面から底部まで円筒状に形成したもので、その底部中央には、圧縮行程後期にピストンキャビティの外部から旋回しながら流れ込むスワールに抵抗を与えないように、さらに空気と燃料の混合を良好にするため、円錐部が形成されている。この入口を絞らない円筒状のピストンキャビティにより、前述のスワールバルブ等によって生成されたスワールは、燃焼過程でピストンが下降していくのに伴い、ピストンキャビティ内からキャビティ外に拡散され、キャビティ外でもスワールが持続される。

【0031】エンジンにはコモンレール式の燃料噴射装置10を備える。コモンレール式の燃料噴射装置10の構成も公知（第13回内燃機関シンポジウム講演論文集第73頁～第77頁参照）であり、図2により概説する。

【0032】この燃料噴射装置10は、主に燃料タンク11、燃料供給通路12、サプライポンプ14、コモン

レール（蓄圧室）16、気筒毎に設けられるノズル17からなり、サプライポンプ14により加圧された燃料は燃料供給通路15を介して蓄圧室16にいったん蓄えられたあと、蓄圧室16の高圧燃料が気筒数分のノズル17に分配される。

【0033】ノズル17は、針弁18、ノズル室19、ノズル室19への燃料供給通路20、リテーナ21、油圧ピストン22、針弁18を閉弁方向（図で下方）に付勢するリターンズプリング23、油圧ピストン22への燃料供給通路24、この通路24に介装される三方弁（電磁弁）25などからなり、ノズル内の通路20と24が連通して油圧ピストン22上部とノズル室19とともに高圧燃料が導かれる三方弁25のOFF時（ポートAとBが連通、ポートBとCが遮断）には、油圧ピストン22の受圧面積が針弁18の受圧面積より大きいことから、針弁18が着座状態にあるが、三方弁25がON状態（ポートAとBが遮断、ポートBとCが連通）になると、油圧ピストン22上部の燃料が戻し通路28を介して燃料タンク11に戻され、油圧ピストン22に作用する燃料圧力が低下する。これによって針弁18が上昇してノズル先端の噴孔より燃料が噴射される。三方弁25をふたたびOFF状態に戻せば、油圧ピストン22に蓄圧室16の高圧燃料が導びかれて燃料噴射が終了する。つまり、三方弁25のOFFからONへの切換時期により燃料の噴射開始時期が、またON時間により燃料噴射量が調整され、蓄圧室16の圧力が同じであれば、ON時間が長くなるほど燃料噴射量が多くなる。26は逆止弁、27はオリフィスである。

【0034】この燃料噴射装置10にはさらに、蓄圧室圧力を調整するため、サプライポンプ14から吐出された燃料を戻す通路13に圧力調整弁31を備える。この調整弁31は通路13の流路を開閉するもので、蓄圧室16への燃料吐出量を調整することにより蓄圧室圧力を調整する。蓄圧室16の燃料圧力（噴射圧）によって燃料噴射率が変化し、蓄圧室16の燃料圧力が高くなるほど燃料噴射率が高くなる。

【0035】アクセル開度センサ33、エンジン回転速度とクランク角度を検出するセンサ34、気筒判別のためのセンサ35、水温センサ36からの信号が入力されるコントロールユニット41では、エンジン回転速度とアクセル開度に応じて目標燃料噴射量と蓄圧室16の目標圧力を演算し、圧力センサ32により検出される蓄圧室圧力がこの目標圧力と一致するように圧力調整弁31を介して蓄圧室16の燃料圧力をフィードバック制御する。

【0036】また、演算した目標燃料噴射量に対応して三方弁25のON時間を制御するほか、三方弁25のONへの切換時期を制御することで、運転条件に応じた所定の噴射開始時期を得るようにしている。たとえば、高EGR率の低回転低負荷側で噴射燃料の着火遅れ期間が

長くなるように燃料の噴射時期（噴射開始時期）をピストン上死点（TDC）にまで遅延している。この遅延により、着火時期の燃焼室内の温度を低温状態にし、予混合燃焼比率を増大させることにより、高EGR率域でのスモークの発生を抑える。これに対して、回転速度、負荷が高くなるにしたがい、噴射時期を進めている。これは、着火遅れの時間が一定であっても、着火遅れクランク角度（着火遅れの時間をクランク角度に換算した値）がエンジン回転速度の増加に比例して大きくなり、低EGR率時に所定の着火時期を得るために、噴射時期を進めるのである。

【0037】図1に戻り、EGR通路4の開口部下流の排気通路2に可変容量ターボ過給機を備える。これは、排気タービン52のスクロール入口に、アクチュエータ54により駆動される可変ノズル53を設けたもので、コントロールユニット41により、可変ノズル53は低回転域から所定の過給圧が得られるように、低回転側では排気タービン52に導入される排気の流速を高めるノズル開度（傾動状態）に、高回転側では排気を抵抗なく排気タービン52に導入させノズル開度（全開状態）に制御する。

【0038】上記のアクチュエータ54は、制御圧力に応動して可変ノズル53を駆動するダイヤフラムアクチュエータ55と、このダイヤフラムアクチュエータ55への制御圧力を調整する圧力制御弁56とからなり、可変ノズル53の開口割合が、後述するようにして得られる目標開口割合 $R_{vnt}$ となるように、デューティ制御信号が作られ、このデューティ制御信号が圧力制御弁56に出力される。

【0039】過給圧制御という観点からみると、EGR制御も、過給圧制御の役割を物理的に果たしている。つまり、EGR量を変化させることにより過給圧も変化する。逆に、過給圧を変化させると、排気圧力が変化するため、EGR量も変化する事になり、過給圧とEGR量とは独立に制御できない。また、ややもするとお互いに制御上の外乱となっている。なお、一方を変化させた場合に、制御精度を確保するには、他方を適合し直すことであるが、他方を適合し直した後は、もう一方を再適合しなければならなくなるので、この方法では、過渡時の制御精度を確保することが困難である。

【0040】このように、過給圧とEGR量とはお互いに影響を与え、EGR量を変え、ノズル開度を変える必要があるなど適切な適合が困難な上に、特に過渡時は双方の制御精度が低下するので、コントロールユニット41では、運転条件に応じて目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ を演算し、この目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ と目標EGR量や目標EGR率 $Me_{gr}$ に遅れ処理を施した値である実EGR量 $Q_{ec}$ や実EGR率 $Me_{grd}$ からターボ過給機の作動目標値である可変ノズル53の目標開口割合 $R_{vnt}$ を設定するようにしている。



【0041】また、過給圧制御のためフィードバック領域を定め（図71参照）、その領域で実吸入空気量が目標吸入空気量と一致するようにフィードバック制御（P制御）を行い、そのフィードバック制御の積分補正值が平衡に達したとき、その積分補正值に基づいて学習値を演算する。その際、通常の学習方法ではフィードバック制御時に安定していても、エンジン吸気系の応答遅れに起因する、学習動作による外乱で実吸入空気量（実過給圧）の安定性が低下することがあるので、積分補正值を学習値に置き換える際に、学習値に置き換えた分だけ次のサイクルで積分補償値から減算して、トータルの補正值が変わらないようにする。

【0042】コントロールユニット41で実行されるこの制御の内容を、以下のフローチャートにしたがって説明する。なお、後述する図3～図40、図54（ステップ1～3のみ）、図59（ステップ1、2のみ）、図62、図87～図102は先願装置（特願平11-233124号参照）ですでに提案しているところと同様である。

【0043】まず、図3は目標燃料噴射量 $Q_{s01}$ を演算するためのもので、REF信号（クランク角の基準位置信号で、4気筒エンジンでは180度毎、6気筒エンジンでは120度毎の各信号）の入力毎に実行する。

【0044】ステップ1、2でエンジン回転速度 $N_e$ とアクセル開度 $C1$ を読み込み、ステップ3では、これら $N_e$ と $C1$ に基づいて、図4を内容とするマップを検索すること等により、基本燃料噴射量 $M_{qdrv}$ を演算し、ステップ4ではこの基本燃料噴射量 $M_{qdrv}$ に対してエンジン冷却水温等による増量補正を行い、補正後の値を目標燃料噴射量 $Q_{s01}$ として設定する。

【0045】図5はEGR弁6の開口面積 $A_{ev}$ を演算するためのもので、REF信号の入力毎に実行する。

【0046】なお、図5はメインルーチンで、制御の大きな流れは図示のステップに従うものであり、各ステップの処理に対してサブルーチンが用意されている。したがって、以下ではサブルーチンを中心に説明していく。

【0047】図7（図5のステップ1のサブルーチン）は1シリンダ当たりの目標EGR量 $T_{qec}$ を演算するためのもので、REF信号の入力毎に実行する。

【0048】ステップ1、2では1シリンダ当たりの吸入空気量 $Q_{acn}$ と目標EGR率 $Me_{gr}$ を演算する。

【0049】ここで、 $Q_{acn}$ の演算については図8のフローにより、また $Me_{gr}$ の演算については図11のフローにより説明する。

【0050】まず、図8において、ステップ1ではエンジン回転速度 $N_e$ を読み込み、このエンジン回転速度 $N_e$ とエアフローメータより得られる吸入空気量 $Q_{as0}$ とから

【0051】

【数1】 $Q_{ac0} = (Q_{as0} / N_e) \times KCON\#$ 、

ただし、 $KCON\#$ ：定数、

の式により1シリンダ当たりの吸入空気量 $Q_{ac0}$ を演算する。

【0052】上記のエアフローメータ39（図1参照）は、コンプレッサ上流の吸気通路3に設けており、エアフローメータ39からコレクタ部3aまでの輸送遅れ分のディレイ処理を行うため、ステップ3では $L$ （ただし $L$ は整数の定数）回前の $Q_{ac0}$ の値をコレクタ入口部3a位置における1シリンダ当たりの吸入空気量 $Q_{acn}$ として求めている。そして、ステップ4ではこの $Q_{acn}$ に対して

【0053】

【数2】 $Q_{ac} = Q_{acn-1} \times (1 - KIN \times KVOL) + Q_{acn} \times KIN \times KVOL$ 、

ただし、 $KIN$ ：体積効率相当値、

$KVOL$ ： $VE / NC / VM$ 、

$VE$ ：排気量、

$NC$ ：気筒数、 $VM$ ：吸気系容積、

$Q_{acn-1}$ ：前回の $Q_{ac}$ 、

の式（一次遅れの式）により吸気弁位置における1シリンダ当たりの吸入空気量（この吸入空気量を、以下「シリンダ吸入空気量」で略称する。） $Q_{ac}$ を演算する。これはコレクタ入口部3aから吸気弁までのダイナミクスを補償するためのものである。

【0054】上記数1式右辺の吸入空気量 $Q_{as0}$ の検出については図9のフローにより説明する。図9のフローは4ms毎に実行する。

【0055】ステップ1ではエアフローメータ39の出力電圧 $U_s$ を読み込み、この $U_s$ からステップ2で図10を内容とする電圧－流量変換テーブルを検索すること等により吸入空気量 $Q_{as0\_d}$ を演算する。さらに、ステップ3でこの $Q_{as0\_d}$ に対して加重平均処理を行い、その加重平均処理値を吸入空気量 $Q_{as0}$ として設定する。

【0056】次に、図11において、ステップ1ではエンジン回転速度 $N_e$ 、目標燃料噴射量 $Q_{s01}$ 、エンジン冷却水温 $T_w$ を読み込む。ステップ2ではエンジン回転速度 $N_e$ と目標燃料噴射量 $Q_{s01}$ から図12を内容とするマップを検索すること等により基本目標EGR率 $Me_{grb}$ を演算する。この場合、基本目標EGR率は、エンジンの使用頻度の高い領域、つまり低回転、低負荷（低噴射量）になるほど大きくなり、スモークが発生しやすい高出力時には小さくする。

【0057】次にステップ3で冷却水温 $T_w$ から図13を内容とするテーブルを検索すること等により、基本目標EGR率の水温補正係数 $Ke_{gr\_tw}$ を演算する。そして、ステップ4において、基本目標EGR率とこの水温補正係数とから、

【0058】

【数3】 $Me_{gr} = Me_{grb} \times Ke_{gr\_tw}$

の式により目標EGR率 $Me_{gr}$ を算出する。

【0059】ステップ5ではエンジンの状態が完爆状態であるか否かを判定する。ただし、この完爆の判定は、図14のフローで後述する。

【0060】ステップ6では完爆状態かどうかみて、完爆状態のときは、今回の処理をそのまま終了し、完爆状態でないと判定されたときは、目標EGR率 $Me_{gr}$ を0として今回の処理を終了する。

【0061】これにより、エンジンの完爆後にEGR制御が行われ、完爆前は安定した始動性を確保するためにもEGRは行われな

【0062】図14はエンジンの完爆を判定するためのものである。ステップ1でエンジン回転速度 $Ne$ を読み込み、このエンジン回転速度 $Ne$ と完爆回転速度に相当する完爆判定スライスレベル $NRPMK$ とをステップ2において比較する。 $Ne$ のほうが大きいときは完爆と判断し、ステップ3に進む。ここでは、カウンタ $Tmrkb$ と所定時間 $TMRKBP$ とを比較し、カウンタ $Tmrkb$ が所定時間よりも大きいときは、ステップ4に進み、完爆したものとして処理を終了する。

【0063】これに対して、ステップ2で $Ne$ のほうが小さいときは、ステップ6に進み、カウンタ $Tmrkb$ をクリアし、ステップ7で完爆状態にはないものとして処理を終了する。また、ステップ2で $Ne$ よりも大きいときでも、ステップ3でカウンタ $Tmrkb$ が所定時間よりも小さいときは、ステップ5でカウンタをインクリメントし、完爆でないと判断する。

【0064】これらにより、エンジン回転速度が所定値（たとえば400rpm）以上であって、かつこの状態が所定時間にわたり継続されたときに完爆したもの

【0065】このようにして図8によりシリンダ吸入空気量 $Q_{acn}$ 、図11により目標EGR率 $Me_{gr}$ の演算を終了したら、図7のステップ3に戻り、両者から

【0066】

【数4】 $Mq_{ec} = Q_{acn} \times Me_{gr}$

の式により要求EGR量 $Mq_{ec}$ を演算する。

【0067】ステップ4ではこの $Mq_{ec}$ に対して、 $KIN \times KVOL$ を加重平均係数とする

【0068】

【数5】 $Rq_{ec} = Mq_{ec} \times KIN \times KVOL + Rq_{ec_{n-1}} \times (1 - KIN \times KVOL)$ 、

ただし、 $KIN$ ：体積効率相当値、

$KVOL$ ： $VE/NC/VM$ 、

$VE$ ：排気量、

$NC$ ：気筒数、

$VM$ ：吸気系容積、

$Rq_{ec_{n-1}}$ ：前回の中間処理値、

の式により、中間処理値（加重平均値） $Rq_{ec}$ を演算

し、この $Rq_{ec}$ と要求EGR量 $Mq_{ec}$ を用いてステ

ップ5で

【0069】

【数6】 $Tq_{ec} = Mq_{ec} \times GKQEC + Rq_{ec_{n-1}} \times (1 - GKQEC)$ 、

ただし、 $GKQEC$ ：進み補正ゲイン、

の式により進み補正を行って、1シリンダ当たりの目標EGR量 $Tq_{ec}$ を演算する。要求値に対して吸気系の遅れ（すなわちEGR弁6→コレクタ部3a→吸気マニホールド→吸気弁の容量分の遅れ）があるので、ステップ4、5はこの遅れ分の進み処理を行うものである。

【0070】次に、図15、図16は目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ を演算するためのもので、一定時間毎（たとえば10ms毎）に実行する。

【0071】図15を第1実施形態、図16を第2実施形態とすると、2つの実施形態では可変ノズル53の目標開口割合 $Rvnt$ を演算するのに用いるパラメータに違いがある（第1実施形態では実EGR量 $Q_{ec}$ に基づいて、また第2実施形態では実EGR率 $Me_{grd}$ に基づいて可変ノズル53の目標開口割合 $Rvnt$ を演算する）。

【0072】なお、図15、図16もメインルーチンで、各ステップの処理に対してサブルーチンが用意されているため、サブルーチンを中心に説明していく。

【0073】図17（図15、図16のステップ1のサブルーチン）は実EGR率を演算するためのもので、10ms毎に実行する。ステップ1で目標EGR率 $Me_{gr}$ （図11で得ている）を読み込み、ステップ2でコレクタ容量分の時定数相当値 $Kkin$ を演算する。この $Kkin$ の演算については図18のフローにより説明する。

【0074】図18（図17のステップ2のサブルーチン）において、ステップ1でエンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Q_{sol}$ 、後述する実EGR率の前回値である $Me_{grd_{n-1}}$  [%]を読み込み、このうち $Ne$ と $Q_{sol}$ からステップ2において図19を内容とするマップを検索すること等により体積効率相当基本値 $Kinb$ を演算し、ステップ3では

【0075】

【数7】 $Kin = Kinb \times 1 / (1 + Me_{grd_{n-1}} / 100)$

の式により体積効率相当値 $Kin$ を演算する。これはEGRによって体積効率が減少するので、その分の補正を行うようにしたものである。

【0076】このようにして求めた $Kin$ に対し、ステップ4において吸気系容積とシリンダ容積の比相当の定数である $KVOL$ （図8のステップ4参照）を乗じた値をコレクタ容量分の時定数相当値 $Kkin$ として演算する。

【0077】このようにして $Kkin$ の演算を終了したら図17のステップ3に戻り、この $Kkin$ と目標EGR

R率 $Me_{gr}$ を用い、

【0078】

【数8】 $Me_{grd} = Me_{gr} \times K_{kin} \times Ne \times KE_{2\#} + Me_{grd_{n-1}} \times (1 - K_{kin} \times Ne \times KE_{2\#})$ 、

ただし、 $K_{kin} : K_{in} \times KVOL_{\#}$ 、

$KE_{2\#} : 定数$ 、

$Me_{grd_{n-1}} : 前回の $Me_{grd}$ 、$

の式で遅れ処理と単位変換（1シリンダ当たり→単位時間当たり）を同時に行って吸気弁位置におけるEGR率 $Me_{grd}$ を演算する。数8式の右辺の $Ne \times KE_{2\#}$ が単位変換のための値である。目標EGR率 $Me_{gr}$ に対してこの $Me_{grd}$ は一次遅れで応答するため、この $Me_{grd}$ を、以下「実EGR率」という。

【0079】図20（図15、図16のステップ2のサブルーチン）は目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ を演算するためのものである。ステップ1でエンジン回転速度 $Ne$ 、実EGR率 $Me_{grd}$ 、目標燃料噴射量 $Q_{sol}$ を読み込み、ステップ2で $Me_{grd}$ と所定値 $MEGR_{LV\#}$ を比較する。

【0080】ここで、所定値 $MEGR_{LV\#}$ はEGRの作動の有無を判定するための値（たとえば0.5）で、 $Me_{grd} > MEGR_{LV\#}$ であるときはEGRの作動域であると判断してステップ3、4、5に進み、これに対して $Me_{grd} \leq MEGR_{LV\#}$ であるときはEGRの非作動域であると判断してステップ6に進む。 $MEGR_{LV\#}$ が0でないのは、微量のEGRが行われる場合にも、EGRが行われない場合と同一に扱いたいという要求があるので、これに応じるものである。

【0081】EGRの作動域であるときは、ステップ3でエンジン回転速度 $Ne$ と実EGR率 $Me_{grd}$ よりたとえば図21を内容とするマップを検索すること等により目標吸入空気量基本値 $tQ_{acb}$ を演算する。エンジン回転が一定の条件であれば、図21のように実EGR率が大きいときほど目標吸入空気量を増やすのである。

【0082】ステップ4では $Ne$ と $Q_{sol}$ よりたとえば図22を内容とするマップを検索すること等により目標吸入空気量の補正係数 $k_{tQ_{ac}}$ を演算し、この補正係数を上記の目標吸入空気量基本値に掛けた値を目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ として算出する。補正係数 $k_{tQ_{ac}}$ は運転条件（ $Ne$ 、 $Q_{sol}$ ）により目標吸入空気量を変えたいという要求に応えるためのものである。

【0083】一方、EGRの非作動域であるときは、ステップ6に進み、 $Ne$ と $Q_{sol}$ よりたとえば図23を内容とするマップを検索すること等により目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ を演算する。

【0084】図24（図15のステップ3のサブルーチン）は実EGR量を演算するためのものである。ステップ1でコレクタ入口部3a位置における1シリンダ当たりの吸入空気量 $Q_{acn}$ （図8のステップ3で得てい

る）、目標EGR率 $Me_{gr}$ 、コレクタ容量分の時定数相当値 $K_{kin}$ を読み込む。このうち $Q_{acn}$ と $Me_{gr}$ からステップ2で

【0085】

【数9】 $Q_{ec0} = Q_{acn} \times Me_{gr}$

の式によりコレクタ入口部3a位置における1シリンダ当たりのEGR量 $Q_{ec0}$ を演算し、この $Q_{ec0}$ と $K_{kin}$ を用いステップ3において、

【0086】

10 【数10】 $Q_{ec} = Q_{ec0} \times K_{kin} \times Ne \times KE_{\#} + Q_{ec_{n-1}} \times (1 - K_{kin} \times Ne \times KE_{\#})$ 、

ただし、 $K_{kin} : K_{in} \times KVOL_{\#}$ 、

$KE_{\#} : 定数$ 、

$Q_{ec_{n-1}} : 前回の $Q_{ec}$ 、$

20 の式により、上記の数8式と同様に遅れ処理と単位変換（1シリンダ当たり→単位時間当たり）を同時に行ってシリンダ吸入EGR量 $Q_{ec}$ を演算する。数10式の右辺の $Ne \times KE_{\#}$ が単位変換のための値である。この $Q_{ec}$ は目標EGR量 $Tq_{ek}$ （図40で後述する）に対して一次遅れで応答するため、以下この $Q_{ec}$ を「実EGR量」という。また、目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ に対して一次遅れで応答する上記の $Q_{ac}$ を、以下「実吸入空気量」という。

30 【0087】図25（図5のステップ2のサブルーチン）はEGR量の演算とEGRガス（EGR弁を流れるガス）の流速（このEGRガスの流速を以下、単に「EGR流速」という）の演算に用いる2つのフィードバック補正係数 $K_{qac00}$ 、 $K_{qac0}$ とEGR流速学習補正係数 $K_{qac}$ を演算するためのもので、REF信号の入力毎に実行する。

【0088】まず、ステップ1で目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ 、実吸入空気量 $Q_{ac}$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Q_{sol}$ を読み込む。

【0089】ステップ2では、目標吸入空気量 $tQ_{ac}$ から

【0090】

【数11】 $tQ_{acd} = tQ_{ac} \times K_{IN} \times KVOL \times KQA_{\#} + tQ_{acd_{n-1}} \times (1 - K_{IN} \times KVOL \times KQA_{\#})$ 、

40 ただし、 $K_{IN} : 体積効率相当値$ 、

$KVOL : VE/NC/VM$ 、

$VE : 排気量$ 、

$NC : 気筒数$ 、

$VM : 吸気系容積$ 、

$KQA_{\#} : 定数$ 、

$tQ_{acd_{n-1}} : 前回の $Q_{acd}$ 、$

50 の式（一次遅れの式）により目標吸入空気量遅れ処理値 $tQ_{acd}$ を演算する。これは、吸気系容積分の存在に伴う空気の供給遅れのために、後述する2つのフィードバック補正係数 $K_{qac00}$ 、 $K_{qac0}$ や学習値 $Rq$



accが大きくなるように遅れ処理を施したものである。

【0091】ステップ3ではフィードバック関連の各種フラグを読み込む。これらの設定については図26、図27、図28のフローより説明する。

【0092】図26、図27、図28は図25と独立に一定時間毎（たとえば10ms毎）に実行する。

【0093】図26はフィードバック許可フラグfefbを設定するためのものである。ステップ1でエンジン回転速度Ne、目標燃料噴射量Qsol、実EGR率Megr d、水温Twを読み込む。

【0094】フィードバック許可条件の判定は、ステップ2～5、8の内容を一つずつチェックすることにより行い、各項目のすべてが満たされたときにフィードバックを許可し、一つでも反するときにはフィードバックを禁止する。すなわち、

ステップ2：Megr dが所定値MEGRFB#を超えている（つまりEGRの作動域）、

ステップ3：Twが所定値TWFB L#（たとえば30℃程度）を超えている、

ステップ4：Qsolが所定値QSOLFBL#を超えている（燃料カットしていない）、

ステップ5：Neが所定値NEFBL#を超えている（エンストになる回転速度域でない）、

ステップ8：フィードバック開始カウンタCtrfbが所定値TMRFB#（たとえば1秒未満の値）を超えている

とき、ステップ9でフィードバックを許可するためフィードバック許可フラグfefb=1とし、そうでなければステップ10に移行し、フィードバックを禁止するためフィードバック許可フラグfefb=0とする。

【0095】なお、フィードバック開始カウンタはステップ2～5の成立時にカウントアップし（ステップ6）、ステップ2～5の不成立時にフィードバック開始カウンタをリセットする（ステップ7）。

【0096】図27は学習値反映許可フラグfelrn2を設定するためのものである。ステップ1でエンジン回転速度Ne、目標燃料噴射量Qsol、実EGR率Megr d、水温Twを読み込む。

【0097】学習値反映許可条件の判定も、ステップ2～5、8の内容を一つずつチェックすることにより行い、各項目のすべてが満たされたときに学習値の反映を許可し、一つでも反するときには学習値の反映を禁止する。すなわち、

ステップ2：Megr dが所定値MEGR L N 2#を超えている（つまりEGRの作動域）、

ステップ3：Twが所定値TW L N L 2#（たとえば20℃程度）を超えている、

ステップ4：Qsolが所定値QSOL L N L 2#を超えている（燃料カットしていない）、

ステップ5：Neが所定値NE L N L 2#を超えている（エンストになる回転速度域でない）、

ステップ8：学習値反映カウンタCtrl n 2が所定値TMR L N 2#（たとえば0.5秒程度）を超えているとき、ステップ9で学習値の反映を許可するため学習値反映許可フラグfel n 2=1とし、そうでなければステップ10に移行し、学習値の反映を禁止するため学習値反映許可フラグfel n 2=0とする。

【0098】なお、学習値反映カウンタはステップ2～5の成立時にカウントアップし（ステップ6）、ステップ2～5の不成立時にリセットする（ステップ7）。

【0099】図28は学習許可フラグfelrnを設定するためのものである。ステップ1でエンジン回転速度Ne、目標燃料噴射量Qsol、実EGR率Megr d、水温Twを読み込む。

【0100】学習許可条件の判定は、ステップ2～7、10の内容を一つずつチェックすることにより行い、各項目のすべてが満たされたときに学習を許可し、一つでも反するときには学習を禁止する。すなわち、

ステップ2：Megr dが所定値MEGR L N#を超えている（つまりEGRの作動域）、

ステップ3：Twが所定値TW L N L#（たとえば70～80℃程度）を超えている、

ステップ4：Qsolが所定値QSOL L N L#を超えている（燃料カットしていない）、

ステップ5：Neが所定値NE L N L#を超えている（エンストになる回転速度域でない）、

ステップ6：フィードバック許可フラグfefb=1である、

ステップ7：学習値反映許可フラグfelrn2=1である、

ステップ10：学習ディレイカウンタCtrl nが所定値TMR L N#（たとえば4秒程度）を超えている

とき、ステップ11で学習を許可するため学習許可フラグfel n=1とし、そうでなければステップ12に移行し、学習を禁止するため学習許可フラグfel n=0とする。

【0101】なお、学習ディレイカウンタはステップ2～7の成立時にカウントアップし（ステップ8）、ステップ2～7の不成立時にリセットする（ステップ9）。

【0102】図25に戻り、このようにして設定される3つのフラグのうち、ステップ4でフィードバック許可フラグfefbをみる。fefb=1のときはステップ5、6でEGR量のフィードバック補正係数Kqac00とEGR流速のフィードバック補正係数Kqac0を演算する。一方、fefb=0のとき（フィードバックを禁止するとき）はステップ4よりステップ7、8に進み、Kqac00=1、Kqac0=1とする。

【0103】ここで、EGR量フィードバック補正係数Kqac00の演算については図29のフローにより、



またEGR流速フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ の演算については図32のフローにより説明する。

【0104】まず図29（図25のステップ5のサブルーチン）において、ステップ1で目標吸入空気量遅れ処理値 $tQacd$ 、実吸入空気量 $Qac$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Qsol$ 、水温 $Tw$ を読み込む。

【0105】ステップ2では $Ne$ と $Qsol$ からたとえば図30を内容とするマップを検索すること等によりEGR流量の補正ゲイン $Gkfb$ を、またステップ3では補正ゲインの水温補正係数 $Kgfbtw$ を $Tw$ からたとえば図31を内容とするテーブルを検索すること等によりそれぞれ演算し、これらを用いステップ4において

【0106】

$$【数12】 K_{qac00} = (tQacd / Qac - 1) \times Gkfb \times Kgfbtw + 1$$

の式によりEGR量フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ を演算する。

【0107】この式の右辺第1項の $(tQacd / Qac - 1)$ は目標吸入空気量遅れ処理値からの誤差割合であり、これに1を加えることで、 $K_{qac00}$ は1を中心とする値になる。数1.2式は、目標吸入空気量遅れ処理値からの誤差割合に比例させてEGR量フィードバック補正係数 $K_{qac00}$ を演算するものである。

【0108】次に、図32（図25のステップ6のサブルーチン）において、ステップ1で目標吸入空気量遅れ処理値 $tQacd$ 、実吸入空気量 $Qac$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Qsol$ 、水温 $Tw$ を読み込む。

【0109】ステップ2では $Ne$ と $Qsol$ からたとえば図33を内容とするマップを検索すること等によりEGR流速の補正ゲイン $Gkfb i$ を、またステップ3では補正ゲインの水温補正係数 $Kgfb i tw$ を $Tw$ からたとえば図34を内容とするテーブルを検索すること等によりそれぞれ演算し、これらを用いステップ4において

【0110】

$$【数13】 R_{qac0} = (tQacd / Qac - 1) \times Gkfb i \times Kgfb i tw + R_{qac0n-1}$$

ただし、 $R_{qac0n-1}$ ：前回の $R_{qac0}$ 、

の式により誤差割合 $R_{qac0}$ を更新し、この誤差割合 $R_{qac0}$ に対してステップ5において1を加えた値をEGR流速 $Cqe$ （図38で後述する）のフィードバック補正係数 $K_{qac0}$ として算出する。

【0111】これは、目標吸入空気量遅れ処理値からの誤差割合 $(tQacd / Qac - 1)$ の積算値（積分値）に比例させてEGR流速フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ を演算する（積分制御）ものである。

【0112】図30、図33のように、補正ゲインを運転条件（ $Ne$ 、 $Qsol$ ）に応じた値としたのは次の理

由による。同じゲインでも運転条件によりハンチングを生じたり生じなかったりするので、ハンチングを生じる領域では補正ゲインを小さくするためである。図31、図34のように低水温のとき（暖機完了前）に値を小さくしているのは、エンジン回転の不安定な低水温域でのエンジンの安定化を図るためである。

【0113】このようにしてEGR量フィードバック補正係数 $K_{qac00}$ とEGR流速フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ の演算を終了したら、図25に戻り、ステップ9で学習値反映許可フラグ $felrn2$ をみる。学習反映許可フラグ $felrn2=1$ のとき（学習値の反映を許可するとき）は、ステップ10に進み、 $Ne$ と $Qsol$ よりたとえば図35の学習マップを検索することにより誤差割合学習値 $R_{qac}$ を読み出し、これに1を足した値をEGR流速学習補正係数 $K_{qac}$ として演算する。一方、学習反映許可フラグ $felrn2=0$ のとき（学習値の反映を禁止するとき）は、ステップ9よりステップ12に進み、EGR流速学習補正係数 $K_{qac}=1$ とする。

【0114】続いてステップ13では、学習許可フラグ $felrn$ をみる。学習許可フラグ $felrn=1$ であれば（学習を許可するとき）、ステップ14に進み、EGR流速フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ から1を減算して誤差割合 $R_{qacn}$ とする。一方、学習許可フラグ $felrn=0$ であるとき（学習を禁止するとき）は、ステップ13よりステップ15に進み、誤差割合 $R_{qacn}=0$ とする。

【0115】このようにして求めた誤差割合 $R_{qacn}$ に基づいてステップ16では誤差割合学習値 $R_{qac}$ の更新を行う。この学習値の更新については図36のフローにより説明する。

【0116】図36（図25のステップ16のサブルーチン）において、ステップ1で誤差割合 $R_{qacn}$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Qsol$ を読み込む。 $Ne$ と $Qsol$ からステップ2で学習速度 $Tclrn$ をたとえば図37を内容とするマップを検索すること等により演算する。ステップ3では $Ne$ 、 $Qsol$ より上記図35の学習マップから誤差割合学習値 $R_{qac}$ を読み出す。ステップ4で

【0117】

$$【数14】 R_{qacn} = R_{qacn} \times Tclrn + R_{qacn-1} \times (1 - Tclrn)$$

ただし、 $R_{qacn}$ ：更新後の誤差割合学習値、

$R_{qacn-1}$ ：更新前の誤差割合学習値（＝学習値読み出し値）、

の式により加重平均処理を行い、更新後の学習値をステップ5で図35の学習マップにストアする（更新前の値に対して更新後の値を上書きする）。

【0118】図38（図5のステップ3のサブルーチン）は、EGR流速 $Cqe$ を演算するためのものであ

る。

【0119】ステップ1、2で実EGR量 $Q_{ec}$ 、実EGR率 $Me_{grd}$ 、実吸入空気量 $Q_{ac}$ 、EGR流速フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ 、EGR流速学習補正係数 $K_{qac}$ を読み込み、ステップ3において

【0120】

【数15】 $Q_{ec\_h} = Q_{ec} \times K_{qac} \times K_{qac0}$ の式により、 $K_{qac0}$ と $K_{qac}$ で実EGR量 $Q_{ec}$ を補正した値を補正実EGR量 $Q_{ec\_h}$ として算出し、この補正実EGR量 $Q_{ec\_h}$ と実EGR率 $Me_{grd}$ よりステップ8において、たとえば図39を内容とするマップを検索することにより、EGR流速 $C_{qe}$ を演算する。なお、説明しなかったステップ4～7は後述する。

【0121】図39のEGR流速の特性は、非線型性が強く運転条件に応じてEGRのフィードバックの感度が相違することを示しているため、運転条件に対するフィードバック量の差が小さくなるように、EGR流速フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ は、流速マップの検索に用いる実EGR量 $Q_{ec}$ へのフィードバックとしてい

る。  
【0122】ただし、図39において特性の傾きが急になる右端に近い部分は、マップの適合誤差が生じ勝ちな領域であるため、適合誤差があると、その適合誤差の影響を受けてEGR弁開口面積 $A_{ev}$ が変化してしまう。つまり、EGR弁開口面積 $A_{ev}$ を演算する式である $A_{ev} = T_{qek} / C_{qe}$ （図40で後述する）において $C_{qe}$ には適合誤差が生じるのであるから、これに対処するには、目標EGR量 $T_{qek}$ に対しても流速誤差分の補正を行う必要がある。そのため新たに導入したのが

上記のEGR量フィードバック補正係数 $K_{qac00}$ で、この $K_{qac00}$ により、後述する図40のステップ2で目標EGR量 $T_{qek}$ を補正している。  
【0123】この場合、 $K_{qac00}$ を演算する式である上記数12式は、目標吸入空気量遅れ処理値からの誤差割合に比例させて $K_{qac00}$ を演算するので、この比例制御により図39のEGR流速マップの適合誤差に対して即座に補正できることになる。たとえば、簡単のため数12式において、補正ゲイン $G_{kfb} = 1$ かつ暖機完了後で考えると、 $K_{qac00} = (t_{Qacd} / Q_{ac} - 1) + 1$ となる。この場合に、目標値としての $t_{Qacd}$ より実吸入空気量 $Q_{ac}$ が小さいと、 $K_{qac00}$ が1より大きな値となり、これによって目標EGR量 $T_{qek}$ が即座に減量される。目標EGR量 $T_{qek}$ が即座に減量されると、相対的に新気量（吸入空気量）が増え、これによって実吸入空気量 $Q_{ac}$ が目標値としての $t_{Qacd}$ へと収束する。

【0124】説明しなかった図38のステップ4～7はEGRの作動開始時の初期値を設定する部分である。具体的には、ステップ4では補正実EGR量 $Q_{ec\_h}$ と

0を比較する。 $Q_{ec\_h} = 0$ （つまりEGRの非作動時）であるときは、ステップ5に進み、

【0125】

【数16】 $Q_{ec\_h} = Q_{ac} \times MEGR\#$ 、  
ただし、 $MEGR\#$ ：定数、  
の式により、補正実EGR量 $Q_{ec\_h}$ を設定する。同様にして、ステップ6では実EGR率 $Me_{grd}$ と0を比較し、 $Me_{grd} = 0$ のときはステップ7で

【0126】

【数17】 $Me_{grd} = MEGR\#$   
の式により実EGR率 $Me_{grd}$ を設定する。

【0127】EGR弁6の全閉時にEGR弁6を通過するEGR流速は当然のことながらゼロであるが、数16式、数17式はEGRの作動開始時のことを考えて、流速の演算に用いるパラメータの初期値を設定する。 $MEGR\#$ の値は前述したようにたとえば0.5である。さらに述べると、運転条件によってEGRの作動開始時のEGR弁前後の差圧（したがってEGR流速も）が異なるため、これに対処するものである。この場合、EGRの作動開始時のEGR弁前後の差圧は実吸入空気量 $Q_{ac}$ に関係する。そこで、数16式により $Q_{ac}$ に比例して $Q_{ec\_h}$ の初期値を与えることで、EGRの作動開始時のEGR流速の演算精度が向上する。

【0128】図40（図5のステップ4のサブルーチン）はEGR弁開口面積 $A_{ev}$ を演算するためのものである。ステップ1では1シリンダ当たり目標EGR量 $T_{qec}$ 、EGR量フィードバック補正係数 $K_{qac0}$ 、EGR流速 $C_{qe}$ を読み込む。ステップ2では1シリンダ当たり目標EGR量 $T_{qec}$ をEGR量フィードバック補正係数 $K_{qac00}$ で補正した値（ $T_{qec} / K_{qac00}$ ）に対して

【0129】

【数18】 $T_{qek} = T_{qec} \times (Ne / KCON\#) / K_{qac00}$ 、

ただし、 $K_{qac00}$ ：EGR量フィードバック補正係数、

$KCON\#$ ：定数、

の式により単位変換（1シリンダ当たり→単位時間当たり）を行って、目標EGR量 $T_{qek}$ を求め、この目標EGR量 $T_{qek}$ とEGR流速 $C_{qe}$ とからステップ3において

【0130】

【数19】 $A_{ev} = T_{qek} / C_{qe}$   
の式でEGR弁開口面積 $A_{ev}$ を演算する。

【0131】このようにして得られたEGR弁開口面積 $A_{ev}$ は、図示しないフローにおいて図6を内容とするテーブルを検索する等によりEGR弁6のリフト量に変換され、このEGR弁リフト量になるように、圧力制御弁5へのデューティ制御信号が作られ、このデューティ制御信号が圧力制御弁5に出力される。

【0132】次に、図41はアクチュエータ54に与える制御指令デューティ値 $Dtyvnt$ を演算するためのもので、一定時間毎（たとえば10ms毎）に実行する。図41もメインルーチンであるため、各ステップの処理に対して用意しているサブルーチンを中心に説明する。

【0133】図42（図41のステップ1のサブルーチン）はオーバーブースト判定フラグ $FOVBST$ を設定するためのものである。ここで、オーバーブーストとは、運転条件の変化に対して可変ノズル53を閉じる側（過給圧が立ち上がる側）にアクチュエータ54を動かすとき、過給圧の実際値が過給限界を超えて大きくなる現象のことである。

【0134】まず、ステップ1でエンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Qsol$ 、実吸入空気量 $Qac$ およびこれらの $k$ （整数の定数）サイクル前の値である $Ne_{n-k}$ 、 $Qsol_{n-k}$ 、 $Qac_{n-k}$ 並びに実EGR率 $Me gr d$ を読み込む。

【0135】ステップ2では実吸入空気量 $Qac$ と実EGR率 $Me gr d$ を用いて

【0136】

【数20】 $Qcy l = Qac \times (1 + Me gr d / 100)$

の式によりシリンダ内に吸入されるガス量 $Qcy l$  [ $mg/st. cy l$ ] を演算する。数20式の右辺第2項（ $Qac \times Me gr d / 100$ ）は実EGR量であり、実吸入空気量 $Qac$ （新気量）にこの実EGR量を加えたものをシリンダ内に吸入されるガス量としている。

【0137】なお、実EGR量としては図24の実EGR量 $Qec$ を用いてもかまわない（したがって、このときには $Qcy l = Qac + Qec$ となる）。

【0138】ステップ3では

【0139】

【数21】 $Qex h = (Qac + Qsol \times GKQFVNT\#) \times Ne / KCON\#$ 、

ただし、 $GKQFVNT\#$ ：換算係数、

$KCON\#$ ：定数、

の式で実排気量 $Qex h$  [ $mg/st. cy l$ ] を演算する。これは、 $Qsol$ の燃料が燃焼して排気になる分と実吸入空気量 $Qac$ の合計が排気量であるとみなすものである（温度の上昇を無視する）。ここで、 $Qsol$ の単位は [ $mm^3/st. cy l$ ] であるため、これに換算係数 $GKQFVNT\#$  [ $mg/mm^3$ ] を乗算することによって、 $Qex h$ の単位を $Qac$  [ $mg/st. cy l$ ] と同じ単位に変換している。また、 $Ne / KCON\#$ を乗算するのは [ $mg/st. cy l$ ] から [ $g/s$ ] への変換を行うためのものである。

【0140】ステップ4では、 $Ne$ 、 $Qsol$ 、 $Qac$ と $k$ サイクル前の値との差分をそれぞれエンジン回転速度変化量 $DNE$ 、燃料噴射量変化量 $DQSOL$ 、実吸入

空気量変化量 $DQAC$ として算出し、これらエンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Qsol$ に基づき、ステップ5～7でオーバーブーストが発生するかどうかを判定する。すなわち、

ステップ5： $Ne \geq$  所定値 $KNEOB\#$ かつ $DNE \geq$  所定値 $KDNEOB\#$ である、

ステップ6： $Qsol \geq$  所定値 $KQFOB\#$ かつ $DQSOL \geq$  所定値 $KDQFOB\#$ である、

ステップ7： $DQAC \geq$  所定値 $KDQACOB\#$ であるのいずれが成立するときオーバーブーストが発生すると判定し、ステップ11、12に進んでオーバーブースト判定フラグ $FOVBT=1$ とするとともに、オーバーブーストタイマ $TMROB$ をリセットする（ $TMROB=0$ ）。

【0141】図54、図59により後述するように、このフラグ $FOVBST$ は目標割合基本値 $Rvnt0$ の演算に用いられ、吸入空気量、EGR量が同じ条件でフラグ $FOVBT=1$ のときにはフラグ $FOVBT=0$ のときより大きな値の目標割合基本値 $Rvnt0$ が演算される。目標割合基本値 $Rvnt0$ はこの値が小さくなるほど可変ノズル53が閉じられ過給圧が高くなるので、フラグ $FOVBT=1$ のときにはフラグ $FOVBT=0$ のときより可変ノズル53がより開き側にされ（過給圧が立ち上がりにくくなる）これによってオーバーブーストが抑制されることになる。すなわち、フラグ $FOVBT=1$ のときがオーバーブースト抑制時、これに対してフラグ $FOVBT=0$ のときが通常運転時である。

【0142】オーバーブーストタイマ $TMROB$ はフラグ $FOVBT$ が1に切換えられてからの経過時間を計測するためのものである。なお、図示しないが、このタイマ $TMROB$ のリセットはフラグ $FOVBT$ を0より1とするタイミングだけとし、2回目以降はスルーする（ステップ12の処理を飛ばす）。タイマ $TMROB$ はたとえばCPUの内部タイマで構成すればよく、このタイマのリセットによりタイマ値が時間とともに増加していく。

【0143】アクセルペダルを急激に踏み込んだ場合の変化をモデル的に図43に示すと、オーバーブーストの発生を判定するタイミングが目標燃料噴射量 $Qsol$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、実吸入空気量 $Qac$ の順に早く、その都度、フラグ $FOVBT=1$ となっている。これは、実吸入空気量 $Qac$ のみに基づいてオーバーブーストの発生を判定しようとする判定のタイミングが遅いため、アクセルペダルの踏み込みが急激な場合にはオーバーブーストへの対処が遅れオーバーブーストが発生してしまう可能性があるため、目標燃料噴射量 $Qsol$ やエンジン回転速度 $Ne$ をオーバーブースト判定のためのパラメータとして追加し、オーバーブースト判定のタイミングを少しでも早めるようにしたものである。

【0144】なお、図43には三者（ $Qsol$ 、 $Ne$ 、



Qac)の信号の時間的ずれがよくわかるように、過渡初期にスモークリミットの制限を受けてQsolが小さな値となっている場合で示している。したがって、このようにスモークリミットの燃料制限を伴う場合に実吸入空気量Qacのみに基づいてオーバーブーストの発生を判定しようとする判定のタイミングが大きく遅れることになるが、本実施形態によれば、スモークリミットの燃料制限を伴う場合においても、オーバーブースト抑制の対処に時間的余裕が生まれ、確実にオーバーブーストを防ぐことができる。

【0145】ステップ5～7に示した上記3つの条件のいずれも成立しない場合は図42のステップ5、6、7よりステップ8に進み、実排気量Qexhからたとえば図44を内容とするマップを検索することによりオーバーブースト判定吸入ガス量TQcyIを演算し、上記のシリンダ吸入ガス量QcyIとこのTQcyIを図42のステップ9で比較する。QcyIがTQcyI以上であるときもオーバーブーストが発生すると判定し、ステップ11、12の処理を実行する。

【0146】一方、QcyIがTQcyI未満のときにはオーバーブーストが発生しないので、ステップ9よりステップ10に進みオーバーブースト判定フラグFOVBST=0とする。

【0147】図44に示したようにオーバーブースト判定吸入ガス量TQcyIは、実排気量Qexhに対してほぼ山型になる特性である。これは図45に示すターボ過給機の効率特性を考慮したものである。すなわち、図45においてターボ過給機では実排気量Qexhが小さい値から増加するにつれて効率η(新気量)が増加し、さらに実排気量Qexhを増加すると効率ηが低下するので、これに合わせてTQcyIを設定したものである。なお、縦軸は圧力比(マニホールド圧Pm/大気圧Pa)である。

【0148】また、同じ実排気量Qexhでも大気圧Paが低くなるほどTQcyIを小さくすることが好ましい(図44参照)。

【0149】図46は(図41のステップ2のサブルーチン)はオーバーブースト解除移行フラグFCLROBを設定するためのものである。このフラグFCLROBを導入した理由は次の通りである。オーバーブーストの抑制は所定の時間(後述するオーバーブースト抑制時間TTMROB)だけ行われる。しかしながら、その時間が経過したからといって直ちに可変ノズル53を閉め側(過給圧が立ち上がる側)に戻すとそれが原因となってオーバーブーストを起こす恐れがある。そこで、このオーバーブースト解除移行フラグFCLROBを導入し、図47に示したように、オーバーブースト判定フラグFOVBSTを1より0とするタイミング(つまりオーバーブースト抑制を終了するタイミング)でこのオーバーブースト解除移行フラグFCLROBを0より1に切換

え、オーバーブースト解除移行フラグFCLROB=1となっている期間で可変ノズル53をオーバーブースト抑制開始前の位置へとゆっくり戻すようにするものである。

【0150】フローを具体的に説明すると、図46のステップ1ではオーバーブーストタイマTMROBとオーバーブースト判定フラグFOVBSTをみる。オーバーブーストタイマTMROBがオーバーブースト抑制時間TTMROB以下のときまたはオーバーブースト判定フラグFOVBST=1のときはオーバーブースト抑制中であるので、ステップ4に進んでオーバーブースト判定フラグFOVBST=1の状態を継続する。

【0151】一方、それ以外のとき(たとえばオーバーブーストタイマTMROBがオーバーブースト抑制時間TTMROBを超えたときやオーバーブーストを抑制している途中でオーバーブーストが発生する条件でなくなったとき)にはステップ1よりステップ2、3に進み、オーバーブーストの抑制を終了して通常運転時に戻すためオーバーブースト判定フラグFOVBST=0とするとともに、オーバーブーストクリアタイマTMRCLROBをリセットする(TMRCLROB=0)。

【0152】オーバーブーストクリアタイマTMRCLROBはオーバーブースト判定フラグFOVBST=0となつてからの経過時間を計測するためのものである。なお、図示しないが、このタイマTMRCLROBのリセットもオーバーブースト判定フラグFOVBSTが1より0に切換わったタイミングだけとし、2回目以降はスルーする(ステップ3を飛ばす)。このタイマTMRCLROBもたとえばCPUの内部タイマで構成すればよく、このタイマのリセットによりタイマ値が時間とともに増加していく。

【0153】ステップ5では同タイマTMRCLROBとオーバーブースト解除移行時間TTMRCLROBを比較する。タイマTMRCLROBをリセットした直後はTMRCLROB<TTMRCLROBであるためステップ7に進み、オーバーブースト解除移行フラグFCLROB=1とする。

【0154】次回(つまり10ms後)よりステップ1、2、5と進み、タイマTMRCLROBとオーバーブースト解除移行時間TTMRCLROBを比較する。TMRCLROBがTTMRCLROB以下である間はステップ7の処理を繰り返し、やがてタイマTMRCLROBがTTMRCLROBを超えるとステップ5よりステップ6に進んで、オーバーブースト解除移行フラグFCLROB=0とする。これによって通常運転時に移行する。

【0155】図46に用いた上記のオーバーブースト抑制時間TTMROBとオーバーブースト解除移行時間TTMRCLROBはそれぞれ図48、図51で示したように常時(たとえば10ms毎)演算している。



【0156】まず図48から説明すると、ステップ1ではエンジン回転速度変化量 $DNE$ と燃料噴射量変化量 $DQSOL$ とからたとえば図49を内容とするマップを検索することによりオーバーブースト制御時間基本値 $TTMROBO$ を、またステップ2で実吸入空気量変化量 $DQAC$ と、シリンダ吸入ガス量 $Qcy1$ のオーバーブースト判定吸入ガス量 $TQcy1$ からのずれとからたとえば図50を内容とするマップを検索することによりオーバーブースト制御時間の補正係数 $KTMROB$ を演算し、これらの積をステップ3においてオーバーブースト抑制時間 $TTMROB$ として演算する。なお、 $DQSOL$ 、 $DNE$ 、 $DQAC$ 、 $Qcy1$ 、 $TQcy1$ の演算方法は図42と同様であるので図48のフローに示していない。

【0157】図49に示したように $DNE$ や $DQSOL$ が大きいほどオーバーブースト制御時間基本値 $TTMROBO$ を大きくしているのは次の理由による。エンジン回転速度 $Ne$ やエンジン負荷としての目標燃料噴射量 $Qsol$ の変化が大きいほどオーバーブーストが生じやすい。そこで、 $Ne$ や $Qsol$ の変化が大きいほど（つまり $DNE$ や $DQSOL$ が大きいほど）オーバーブースト抑制時間が長くなるようにしたものである。図50のように $DQAC$ や $Qcy1 - TQcy1$ が大きいほど補正係数 $KTMROB$ の値を大きくしているのも、実吸入空気量 $Qac$ の変化（つまり $DQAC$ ）や判定値からのずれ（つまり $Qcy1 - TQcy1$ ）が大きいほどオーバーブーストが発生しやすいので、これに合わせてオーバーブースト抑制時間が長くなるようにしたものである。

【0158】次に、図51に移ると、ステップ1では大気圧センサ38（図1参照）により検出される大気圧 $Pa$ からたとえば図52を内容とするテーブルを検索することによりオーバーブースト解除移行時間基本値 $TTMRCLROBO$ を、またステップ2で実排気量 $Qexh$ （図42ステップ3で得ている）からたとえば図53を内容とするテーブルを検索することによりオーバーブースト解除移行時間の補正係数 $KTMRCLEOB$ を演算し、これらの積をステップ3でオーバーブースト解除移行時間 $TTMRCLROB$ として演算する。

【0159】図52のように大気圧 $Pa$ が低くなる条件（たとえば高地）でオーバーブースト解除移行時間基本値 $TTMRCLROBO$ を大きくしたのは次の理由による。排気量は排気圧と大気圧の差圧に応じて大きくなるため大気圧が低い条件で排気量が大きくなり、これに応じてターボ過給機を行う仕事が大きくなる（オーバーブーストが生じやすくなる）。そこで、大気圧 $Pa$ が低い条件ではオーバーブースト解除移行時間基本値 $TTMRCLROBO$ が大きくなるようにしたものである。図53のように実排気量 $Qexh$ が所定値以上の領域でオーバーブースト解除移行時間の補正係数 $KTMRCLEOB$ を大きくしたのは、実排気量 $Qexh$ が所定値を超え

たところからオーバーブーストが生じやすくなるので、これに応じて実排気量 $Qexh$ が所定値を超えた領域でオーバーブースト解除移行時間が大きくなるようにしたものである。

【0160】図54、図59（図41のステップ3のサブルーチン）は可変ノズル53の目標開口割合 $Rvnt$ を演算するためのものである（図54が第1実施形態、図59が第2実施形態）。

【0161】ここで、可変ノズル53の開口割合とは、可変ノズル53の全開時のノズル面積に対する現在のノズル面積の比のことである。したがって、可変ノズル53の全開時に開口割合は100%、全閉時に開口割合は0%となる。開口割合を採用する理由は汎用性を持たせる（ターボ過給機の容量と関係ない値とする）ためである。もちろん、可変ノズルの開口面積を採用してもかまわない。

【0162】なお、実施形態のターボ過給機は、全開時に過給圧が最も小さく、全閉時に過給圧が最も高くなるタイプのものであるため、開口割合が小さいほど過給圧が高くなる。

【0163】まず、第1実施形態の図54のほうから説明すると、ステップ1で目標吸入空気量 $tQac$ 、実EGR量 $Qec$ 、エンジン回転速度 $Ne$ 、目標燃料噴射量 $Qsol$ 、目標EGR率 $Me gr$ を読み込む。

【0164】ステップ2、3では

【0165】

【数22】 $tQas0 = (tQac + Qsol \times QFGAN\#) \times Ne / KCON\#$ 、

$Qes0 = (Qec + Qsol \times QFGAN\#) \times Ne / KCON\#$ 、

ただし、 $QFGAN\#$ ：ゲイン、

$KCON\#$ ：定数、

の2つの式により、目標開口割合基本値を設定するための吸入空気量相当値 $tQas0$ （以下、この吸入空気量相当値を「設定吸入空気量相当値」という）と、同じく目標開口割合基本値を設定するためのEGR量相当値 $Qes0$ （以下、このEGR量相当値を「設定EGR量相当値」という）を演算する。数22式において、 $tQac$ 、 $Qec$ に $Qsol \times QFGAN\#$ を加算しているのは、設定吸入空気量相当値、設定EGR量相当値に対して負荷補正を行えるようにし、かつその感度をゲイン $QFGAN\#$ で調整するようにしたものである。また、 $Ne / KCON\#$ は単位時間当たりの吸入空気量、EGR量に変換するための値である。

【0166】ステップ4～10は目標EGR率 $Me gr$ とオーバーブースト判定フラグ $FOVBST$ に基づいて、〈1〉 $Me gr \geq$ 所定値 $KEMRAV\#$ かつ $FOVBST = 1$ のとき（EGRの作動域かつオーバーブースト抑制時）、〈2〉 $Me gr \geq$ 所定値 $KEMRAV\#$ かつ $FOVBST = 0$ のとき（EGRの作動域かつ通常運

転時)、〈3〉 $Me_{gr} < \text{所定値} KEMRAV \# \text{かつ} FOVBST = 1$  のとき (EGRの非作動域かつオーバースト抑制時)、〈4〉 $Me_{gr} < \text{所定値} KEMRAV \# \text{かつ} FOVBST = 0$  のとき (EGRの非作動域かつ通常運転時) の4つの場合分けを行い、4つの各場合に最適な開口割合を目標開口割合基本値  $Rvnt0$  (過給機の作動目標値) として設定する部分である。すなわち、〈1〉のときにはステップ7で設定吸入空気量相当値  $tQas0$  と設定EGR量相当値  $tQes0$  からたとえば図55を内容とするマップを検索することにより、また〈2〉のときにはステップ8で同じく  $tQas0$  と  $tQes0$  からたとえば図56を内容とするマップを検索することにより目標開口割合基本値  $Rvnt0$  を設定する。同様にして、〈3〉のときにはステップ10で  $tQas0$  と目標燃料噴射量  $Qs01$  からたとえば図57を内容とするマップを検索することにより、また〈4〉のときにはステップ9で同じく  $tQas0$  と  $Qs01$  からたとえば図58を内容とするマップを検索することにより目標開口割合基本値  $Rvnt0$  を設定する。

【0167】一方、第2実施形態の図59のほうでは、設定EGR量相当値  $Qes0$  に代えて目標EGR率  $Me_{gr}$  を用いる点だけが第1実施形態と相違する (したがって図54のステップ3はない)。すなわち、〈1〉のときにステップ7で  $tQas0$  と  $Me_{gr}$  からたとえば図60を内容とするマップを検索することにより、また〈2〉のときステップ8で  $tQas0$  と  $Me_{gr}$  からたとえば図61を内容とするマップを検索することにより目標開口割合基本値  $Rvnt0$  を設定する。

【0168】他は第1実施形態と同様であるため、フローの説明は省略する。

【0169】ここで、図60、図61の特性は、縦軸が図55、図56と相違するものの、基本的に図55、図56と変わるものでないため、図55、図56のほうで目標開口割合基本値  $Rvnt0$  の特性を説明する。

【0170】図55、図56に示すように、設定吸入空気量相当値  $tQas0$  の大きな右側の領域において設定EGR量相当値  $Qes0$  が増えるほど目標開口割合基本値を小さくしている。これは、EGR量が多くなるとそのぶん新気が減り、これによって空燃比がリッチ側に傾くとスモークが発生するので、EGR量が多くなるほど目標開口割合基本値を小さくして過給圧を高める必要があるからである。

【0171】また、図55、図56で代表させた目標開口割合基本値の傾向は、燃費重視と排気重視に共通のもので、両者の違いは具体的な数値にある。たとえば、同図において最小の数値は、ターボ過給機が効率よく働く値であるため、燃費重視の設定例、排気重視の設定例とも同じであるのに対して、数値が大きい領域では燃費重視の設定例と排気重視の設定例とで異なり、 $tQas0$  と  $Qes0$  が同じ条件のとき燃費重視の設定例ほうが大

きくなる。なお、目標開口割合基本値を加速重視の設定例とすることもできる。

【0172】ここで、燃費重視、排気重視、加速性重視の3つの特性のいずれを採用するかについては、図62によりまとめて説明すると (ただし上記〈1〉と〈2〉の場合である)、同図はエンジン回転速度とエンジントルクが一定の条件のもとで、EGR率を大と小で相違させた場合に、燃費、排気 ( $NO_x$  と  $PM$ )、吸入空気量がどのように変化するかを示したものである。同図より、エンジン回転速度とエンジントルクが同一でも、燃費が最良となる可変ノズルの開口面積、排気が最良となる可変ノズルの開口面積、吸入空気量が最大となる (つまり加速性が最良となる) 可変ノズルの開口面積はそれぞれ異なることがわかる。したがって、たとえば燃費重視の特性を作成するには、エンジン回転速度とエンジントルクを相違させて、燃費が最良となる開口面積 (開口割合) のデータを多数求め、これらデータを改めて、 $tQas0$  と  $Qes0$  ( $Me_{gr}$ ) をパラメータとするマップに割り付ければよいわけである。

【0173】次に、オーバースト抑制時の目標開口割合基本値 (第1実施形態では図55と図57、第2実施形態では図60と図57参照) を通常運転時の目標開口割合基本値 (第1実施形態では図56と図58、第2実施形態では図61と図58参照) より大きくしている。これは、オーバースト抑制のためには過給圧を弱める側つまり可変ノズル53を開く側 ( $Rvnt0$  を大きくする側) にすればよいからである。

【0174】なお、目標開口割合基本値の設定は上記のものに限られるものでない。第1実施形態では図55、図56のように設定吸入空気量相当値  $tQas0$  と設定EGR量相当値  $Qes0$  とから目標開口割合基本値を設定しているが、これに代えて、目標吸入空気量  $tQac$  と実EGR量  $Qec$  から設定してもかまわない。さらに、これに代えて目標吸入空気量  $tQac$  と目標EGR量 ( $Qec0$ ) から設定してもかまわない。同様にして、第2実施形態では図60、図61のように設定吸入空気量相当値  $tQas0$  と目標EGR率  $Me_{gr}$  から目標開口割合基本値を設定しているが、これに代えて、目標吸入空気量  $tQac$  と実EGR率  $Me_{grd}$  から設定してもかまわない。さらに、これに代えて目標吸入空気量  $tQac$  と目標EGR率  $Me_{gr}$  から設定してもかまわない。

【0175】このように、目標吸入空気量  $tQac$  と実EGR量  $Qec$  とに基づいて、また目標吸入空気量  $tQac$  と実EGR率  $Me_{grd}$  とに基づいて過給機の作動目標値である目標開口割合基本値  $Rvnt0$  を設定すると、EGR装置の制御目標値である目標EGR量 ( $Qec0$ ) や目標EGR率  $Me_{gr}$  が変化しても、燃費、排気、加速性を最適にする目標吸入空気量が得られることになり、過渡を含めたターボ過給機とEGR装置の制御

性が向上し、これによってお互いの性能を十分に発揮させることができる。また、適合の簡易化、ロジックの簡易化も可能である。

【0176】特に過渡時には、目標EGR量や目標EGR率 $Me_{gr}$ がステップ的に変化しても、実EGR量 $Q_{ec}$ や実EGR率 $Me_{grd}$ が目標EGR量や目標EGR率 $Me_{gr}$ に追いつくまでに遅れがあり、目標EGR量や目標EGR率 $Me_{gr}$ からのずれ分だけ目標開口割合基本値 $R_{vnt0}$ に誤差が生じ、燃費、排気、加速性を最適にする目標吸入空気量が得られなくなる可能性があるが、目標開口割合基本値 $R_{vnt0}$ を設定するに際して、目標EGR量に遅れ処理を施した値である実EGR量 $Q_{ec}$ を、また目標EGR率 $Me_{gr}$ に遅れ処理を施した値である実EGR率 $Me_{grd}$ を用いれば、過渡時においても、燃費、排気、加速性を最適にする目標吸入空気量が得られるようにターボ過給機を制御できる。

【0177】図54においてステップ11ではオーバーブースト解除移行フラグ $F_{CLROB}$ をみる。 $F_{CLROB}=1$ のとき（オーバーブースト解除移行時）にはステップ13に進み、

【0178】

【数23】 $R_{vnt} = (1 / TMR_{CLROB\#}) \times R_{vnt0} + (1 - (1 / TMR_{CLROB\#})) \times R_{vnt_{m-1}}$ 、

ただし、 $TMR_{CLROB\#}$ ：時定数、

$R_{vnt_{m-1}}$ ：前回の $R_{vnt}$ 、

の式により、目標開口割合基本値 $R_{vnt0}$ に対して遅れ処理を行って目標開口割合 $R_{vnt}$ を演算する。このオーバーブースト解除移行時の処理は、オーバーブースト抑制時に可変ノズル53を開き側（過給圧の立ち上がらない側）にしていた後に、急に可変ノズル53を閉め側（過給圧の立ち上がる側）に戻すとそれが原因となってオーバーブーストを起こす恐れがあるため、可変ノズル53をゆっくりと閉じ側に戻すようにするものである。

【0179】そして、フラグ $F_{CLROB}=0$ になる（オーバーブースト解除移行が終了する）と、ステップ11よりステップ12に進み、目標開口割合基本値 $R_{vnt0}$ をそのまま目標開口割合 $R_{vnt}$ とする。

【0180】図63（図41のステップ4のサブルーチン）は上記のようにして求めた目標開口割合 $R_{vnt}$ に対して、吸気系のダイナミクスを補償するため、進み処理を行うものである。

【0181】アクチュエータ54への制御指令値に対する新気量の応答遅れは、吸排気のガス流れの応答遅れ、ターボラグ、アクチュエータ54そのものの応答遅れからなるため、本実施形態ではターボラグを吸排気のガス流れの応答遅れに含めて、アクチュエータ54そのものの応答遅れと分離し、ターボラグを含めた吸排気のガス流れの応答遅れ（この遅れを以下「過給機・吸排気の応

答遅れ」という。）とアクチュエータ54そのものの各応答遅れに対して独立に進み処理を行う。

【0182】このうち図63では過給機・吸排気の応答遅れだけを考慮して進み処理を行う（アクチュエータ54そのものの応答遅れだけを考慮した進み処理は図85参照）。この場合に、過給機・吸排気の応答遅れの時定数は排気量に大きく依存するので、進み補正ゲイン $G_{kvnt}$ と進み補正の時定数相当値 $T_{cvnt}$ とを排気量をパラメータとして設定する。さらに、可変ノズル53を開く側に動かす場合と閉じる側に動かす場合とで応答の時定数が違うため、各場合に応じたものとする。以下詳述する。

【0183】図63においてステップ1で目標開口割合 $R_{vnt}$ 、目標吸入空気量遅れ処理値 $t_{Qacd}$ 、目標燃料噴射量 $Q_{sol}$ 、エンジン回転速度 $N_e$ を読み込み、ステップ2では、

【0184】

【数24】 $T_{qexh} = (t_{Qacd} + Q_{sol} \times QF_{GAN\#}) \times N_e / KCON\#$ 、

ただし、 $QF_{GAN\#}$ ：ゲイン、

$KCON\#$ ：定数、

の式で実排気量相当値 $T_{qexh}$  [ $mg/st.cyl$ ] を演算する。この $T_{qexh}$ は、数22式のうちの設定吸入空気量相当値 $t_{Qas0}$ を求める上段の式において目標吸入空気量 $t_{Qac}$ に代えて目標吸入空気量遅れ処理値 $t_{Qacd}$ を用いて得られる値である。これは、実際の排気量が応答するときの時定数とほぼ同じ時定数で変化する信号を作ったものである。たとえば、目標燃料噴射量 $Q_{sol}$ をステップ的に増加させたときの変化を図64に示すと、実際の排気量の変化（最下段の破線参照）に対して、実排気量相当値 $T_{qexh}$ （最下段の実線参照）が応答よく追従している。

【0185】図63のステップ3では目標開口割合 $R_{vnt}$ と前回の予想開口割合である $C_{avnt_{m-1}}$ を比較する。ここで、予想開口割合 $C_{avnt}$ とは、すぐ後で述べるように、目標開口割合 $R_{vnt}$ の加重平均値である（図63のステップ11参照）。

【0186】 $R_{vnt} > C_{avnt_{m-1}}$ であれば（可変ノズル53を開く側に動かしているとき）、ステップ4、5に進み、実排気量相当値 $T_{qexhd}$ からたとえば図65を内容とするテーブルを検索して得た値 $T_{GKVNT0}$ を進み補正ゲイン $G_{kvnt}$ 、同じく実排気量相当値 $T_{qexhd}$ からたとえば図67を内容とするテーブルを検索して得た値 $T_{TCVNT0}$ を進み補正の時定数相当値 $T_{cvnt}$ として設定し、これに対して、 $R_{vnt} < C_{avnt_{m-1}}$ であるとき（可変ノズル53を閉じる側に動かしているとき）は、ステップ7、8に進み、実排気量相当値 $T_{qexhd}$ からたとえば図66を内容とするテーブルを検索して得た値 $T_{GKVNTC}$ を進み補正ゲイン $G_{kvnt}$ 、同じく実排気量相当値 $T_{q$



$e x h d$ からたとえば図68を内容とするテーブルを検索して得た値 $T T C V N T C$ を進み補正の時定数相当値 $T c v n t$ として設定する。また、 $R v n t$ と $C a v n t_{n-1}$ が同一であればステップ9、10に進み、進み処理の安定性を確保するため前回の進み補正ゲイン、進み補正の時定数相当値を維持する。

【0187】進み補正ゲイン $G k v n t$ を定める上記のテーブル値 $T G K V N T O$ 、 $T G K V N T C$ は図65、図66に示したように実排気量相当値 $T q e x h d$ が小さくなるほど大きくなる値である。これは、排気量が小さいほど過給機・吸排気の応答遅れが大きくなるので、小排気量域ほど進み補正ゲイン $G k v n t$ を大きくしたものである。また、実排気量相当値 $T q e x h d$ が同じでも可変ノズル53を閉じる側に動かす場合（図66）のほうを開く側に動かす場合（図65）よりテーブル値を大きくしているのは、閉じる側に動かすほうが過給圧が立ちづらいので補正ゲインを大きくする必要があるからある。

【0188】進み補正の時定数相当値 $T c v n t$ を定める上記のテーブル値 $T T C V N T O$ 、 $T T C V N T C$ は図67、図68に示したように実排気量相当値 $T q e x h d$ が小さくなるほど小さくなる値である。これは、排気量が小さいほど過給機・吸排気の応答遅れの時定数が大きくなるので、時定数を小排気量域ほど大きく（したがって時定数と逆数の関係にある時定数相当値 $T c v n t$ を小排気量域ほど小さく）したものである。また、実排気量相当値 $T q e x h d$ が同じでも可変ノズル53を閉じる側に動かす場合（図68）のほうを開く側に動かす場合（図67）よりテーブル値を小さくしているのは、閉じる側に動かすほうが時定数が大きいのでこれに合わせたものである。

【0189】図63のステップ11ではこのようにして求めた進み補正の時定数相当値 $T c v n t$ と目標開口割合 $R v n t$ を用いて、

【0190】

【数25】 $C a v n t = R v n t \times T c v n t + C a v n t_{n-1} \times (1 - T c v n t)$ 、

ただし、 $C a v n t_{n-1}$ ：前回の $C a v n t$ 、  
の式により予想開口割合 $C a v n t$ を演算し、この値と目標開口割合 $R v n t$ からステップ12において、

【0191】

【数26】 $A v n t\_f = G k v n t \times R v n t - (G k v n t - 1) \times C a v n t_{n-1}$ 、

ただし、 $C a v n t_{n-1}$ ：前回の $C a v n t$ 、  
の式により進み補正を行い、目標開口割合のフィードフォワード量 $A v n t\_f$ を演算する。ステップ11、12の進み処理そのものは、図7のステップ4、5に示した進み処理と基本的に同様である。

【0192】さらに図63のステップ13では

【0193】

【数27】 $R v n t e = R v n t \times T C V N T \# + (1 - T C V N T \#) \times R v n t e_{n-1}$ 、

ただし、 $T C V N T \#$ ：アクチュエータ54の応答遅れの時定数、

$R v n t e_{n-1}$ ：前回の $R v n t e$ 、

の式により、目標開口割合 $R v n t$ に対して遅れ処理を行って実開口割合 $R v n t e$ を演算する。アクチュエータ54そのものの応答遅れの時定数 $T C V N T \#$ はアクチュエータ54を可変ノズル53の開き側に動かす場合も閉じ側に動かす場合も変わらないため一定値である。

【0194】この実開口割合 $R v n t e$ は、後述するフィードバックゲインの設定に際してのPIゲイン開口割合補正係数 $G k v a v n t$ の演算（図72のステップ7、図76）、開口割合学習値の反映領域で用いられる開口割合反映係数 $G k v n t l a v$ の演算（図80のステップ9、図83）に用いられる。

【0195】図69（図41のステップ5のサブルーチン）は開口割合補正值（開口割合のフィードバック量 $A v n t\_f b$ と開口割合学習値 $R a v l r$ ）を演算するためのもので、一定時間毎（10ms毎）に実行する。図69は図41に対してはサブルーチンであるが、図69の各ステップの処理に対してさらに下位のサブルーチンを用意しているため、この下位のサブルーチンを中心に説明する。

【0196】図70（図69のステップ1のサブルーチン）は開口割合のフィードバックの許可判定を行うためのものである。

【0197】まず、ステップ1では開口割合のフィードバック領域にあるかどうかをみる。図71に示したようにフィードバック領域（図ではF/B領域で略記）とは低負荷かつ低流量の領域を除いた領域である。低負荷かつ低流量の領域を除いたのは、この領域では可変ノズル53の開口割合を変化させても新気量を殆ど変化させることができない（つまり開口割合の変化に対する新気量の感度が小さい）からである。これによって開口割合の変化に対する排気量の感度が小さい領域での吸入空気量制御（過給圧制御）の安定性を高めることができる。

【0198】なお、フィードバック領域と非フィードバック領域の境界にヒステリシス領域を設けている。

【0199】運転条件（ $N e$ 、負荷）がフィードバック領域にある場合は、図70のステップ2でフィードバック領域フラグ $F V N F B N E Q F = 1$ とし、そうでないときはステップ3で同フラグ $F V N F B N E Q F = 0$ とする。

【0200】ステップ4～6では目標EGR率 $M e g r$ 、指令開口割合クランプフラグ $F C L P V N D T Y$ （図85で後述する）の前回値である $F C L P V N D T Y_{n-1}$ 、エアフローメータ故障フラグ $F D G M A F$ に基づき、開口割合のフィードバック許可条件であるかどうかを判定する。すなわち、



ステップ4:  $Me_{gr} >$  所定値  $KVNFBMEGR\#$  である (EGRの作動域)、

ステップ5:  $FCLPVNDTY_{n-1} = 1$  である (指令開口割合  $Avnt$  のクラ

ンプ時)、  
ステップ6:  $FDGMAF = 1$  である (エアフローメータの故障時)

のいずれが成立するときステップ8に進み、開口割合のフィードバックを禁止するためフィードバック許可フラグ  $FVNFB = 0$  とし、それ以外の場合にステップ7に進んで同フラグ  $FVNFB = 1$  とする。

【0201】EGRの作動域で開口割合のフィードバックを禁止するのは次の理由からである。EGRの作動域ではEGR弁開度をフィードバック制御するので、この領域で可変ノズル53の開口割合をもフィードバック制御すると、2つのフィードバック制御の干渉によるハン

チングが生じるので、これを避けるためである。  
【0202】指令開口割合  $Avnt$  がクランプされている場合にフィードバックを禁止するのは次の理由による。指令開口割合  $Avnt$  がクランプされるのは、後述するように指令開口割合  $Avnt$  の変化が収束した場合

である (図85のステップ2、9参照)。したがって、指令開口割合  $Avnt$  がクランプされている場合には開口割合をそれ以上フィードバック制御する必要がないからである。また、エアフローメータの故障時にフィードバックを禁止するのはフェールセーフのためである。

【0203】図72 (図69のステップ2のサブルーチン) は開口割合のフィードバック制御に用いるフィードバックゲインを設定するためのものである。

【0204】ステップ1では目標吸入空気量遅れ処理値  $tQacd$ 、実吸入空気量  $Qac$ 、実排気量相当値  $Tq$

exhd、実開口割合  $Rvnte$  を読み込む。

【0205】ステップ2ではフィードバック許可フラグ  $FVNFB$  をみる。フラグ  $FVNFB = 1$  である (開口割合のフィードバック制御を行う) ときは、ステップ4において

【0206】  
【数28】  $E_{qac0} = Qac - tQacd$

の式により、実吸入空気量  $Qac$  の目標値 ( $tQacd$ ) からの制御誤差  $E_{qac0}$  を演算する。  
【0207】ここで、通常のフィードバック制御では、

運転条件により設定される目標吸入空気量  $tQac$  がそのままフィードバック制御における目標となるが、本実施形態では無駄時間および応答の時定数がともに大きな制御対象であるため、数28式のように目標吸入空気量遅れ処理値  $tQacd$  をフィードバック制御における目標値として制御誤差  $E_{qac0}$  を求めている (後述する図77のステップ4も同じ)。

【0208】一方、フラグ  $FVNFB = 0$  である (開口割合のフィードバック制御を行わない) ときにはステップ3に進み、制御誤差  $E_{qac0} = 0$  とする。

【0209】ステップ5では制御誤差  $E_{qac0}$  からたとえば図73、図74を内容とするテーブルを検索することにより比例ゲイン基本値  $Gkvntp0$ 、積分ゲイン基本値  $Gkvnti0$  を演算する。図73、図74において不感帯が設けてあるのは目標値の近傍での制御安定性を得るためである。

【0210】図72のステップ6、7では実排気量相当値  $Tqexhd$  からたとえば図75を内容とするテーブルを検索することによりPIゲインの排気量補正係数  $Gkvqexh$  を、また実開口割合  $Rvnte$  からたとえば図76を内容とするテーブルを検索することによりPIゲインの開口割合補正係数  $Gkvavnt$  を演算し、

ステップ8において

【0211】

【数29】  $Gkvntp = Gkvntp0 \times Gkvqexh \times Gkvavnt$ 、

$Gkvnti = Gkvnti0 \times Gkvqexh \times Gkvavnt$ 、

の式により比例ゲイン  $Gkvntp$ 、積分ゲイン  $Gkvnti$  を演算する。

【0212】図75に示したように、PIゲインの排気量補正係数  $Gkvqexh$  は実排気量相当値  $Tqexhd$  が大きくなるほど小さくなる値である。これは、可変ノズル53の開口割合の変化幅は同じでも大排気量側のほうが小排気量側より目標へと近づけやすいので、補正係数としては大排気量側のほうが小排気量側より小さくてよいからである。

【0213】図76のように、PIゲインの開口割合補正係数  $Gkvavnt$  は実開口割合  $Rvnte$  が小さくなるほど小さくなる値である。可変ノズル53が閉じている側 (実開口割合  $Rvnte$  が小さい側) のほうが可変ノズル53が開いている側 (実開口割合  $Rvnte$  が大きい側) より過給圧が立っているため、可変ノズル53が閉じている側のほうが可変ノズル53の開口割合を少し変化させただけでも新気量が敏感に変化するので、これに合わせて可変ノズル53が閉じているほど補正係数を小さくする必要があるからである。

【0214】図77 (図69のステップ3のサブルーチン) は開口割合のフィードバック量  $Avnt\_fb$  を演算するためのものである。

【0215】ステップ1~4では図72のステップ1~4と同様にしてフィードバック許可フラグ  $FVNFB$  の値に応じて制御誤差  $E_{qac}$  を演算したあと、ステップ5で、

【0216】

【数30】  $Ravfbp = Gkvntp \times E_{qac}$   
の式により比例補正值  $Ravfbp$  を、またステップ6で

【0217】

【数31】  $Ravfbi = Ravfb_{i-1} + Gkvnti$

$t \times Eqac - dTravlr$ 、  
 ただし、 $Ravfbim-1$ ：前回の $Ravfb i$ 、  
 $dTravlr$ ：開口割合学習値の変化分、  
 の式により積分補正值 $Ravfb i$ を演算し、ステップ  
 7においてこれらの和を開口割合のフィードバック量 $Avnt\_fb$ として算出する。

【0218】ここで、数31式の右辺第2項までが通常  
 の学習動作の場合で、本実施形態では新たに右辺第3項  
 を追加し、今回の積分補正值である $Ravfbim-1 +$   
 $Gkvnt i \times Eqac$ より開口割合学習値 $Travlr$  10  
 $r$ の前回から今回までの変化分である $dTravlr$ を  
 差し引くようにしている（積分補正值と開口割合学習値  
 の演算周期は10msで同じ）。開口割合学習値 $Rav$   
 $lr$ は後述するように積分補正值 $Ravfb i$ に基づい  
 て更新するものであり（図80のステップ2～6参  
 照）、こうして積分補正值 $Ravfb i$ の全部または一  
 部を開口割合学習値 $Ravlr$ に置き換える一方で、開  
 口割合学習値 $Ravlr$ に置き換えた分だけ次のサイク  
 ルで積分補正值から減算するようにしているのは、トー  
 タルの開口割合補正值（= $Avnt\_fb + Travlr$  20  
 $r$ ）を開口割合学習中、一定とするためである。

【0219】図78（図69のステップ4のサブルーチ  
 ン）は開口割合学習に用いる学習許可フラグ $FVNL R$   
 を設定するためのものである。ステップ1で目標 $EGR$   
 率 $Me gr$ 、大気圧 $Pa$ 、水温 $Tw$ 、制御誤差 $Eqac$   
 $O$ （図72により得ている）、目標吸入空気量遅れ処理  
 値 $tQacd$ を読み込む。

【0220】学習許可条件の判定は、ステップ2～9の  
 内容を一つずつチェックすることにより行い、各項目の  
 全てが満たされたときに開口割合学習を許可し、一つで 30  
 も反するときには開口割合学習を禁止する。すなわち、  
 ステップ2：学習領域にある、  
 ステップ3：フィードバック許可フラグ $FVNFB=1$   
 である、  
 ステップ4： $Me gr$ が所定値 $KVNLRMEGR\#$ 以下である（つまり $EGR$ の非作動域）、  
 ステップ5： $Pa$ が所定値 $KVNLRPA\#$ 以上である  
 （高地でない）、  
 ステップ6： $Tw$ が所定値 $KVNLR TW\#$ 以上である  
 （暖機完了している）、 40  
 ステップ7： $tQacd$ に対する $Eqac O$ の比の絶対  
 値が所定値 $KVNLR EQA\#$ 以下である（外乱が入っ  
 ていない）、  
 ステップ8：オーバーブースト判定フラグ $FOVRBS$   
 $T=0$ かつオーバーブースト解除移行フラグ $FCLRO$   
 $B=0$ である、  
 ステップ9：エアフローメータ故障判定フラグ $FDGM$   
 $AF=0$ である  
 のすべてが成立するとき、ステップ10で開口割合学習  
 を許可するため学習許可フラグ $FVNL R=1$ とし、そ 50

うでなければステップ11に移行し、開口割合学習を禁  
 止するため学習許可フラグ $FVNL R=0$ とする。

【0221】なお、ステップ7で制御誤差 $Eqac O$ と  
 目標（ $tQacd$ ）の比率を採っているのは、目標が変  
 化しても目標に対する制御誤差の比率を一定にしたいた  
 めである。簡単には、制御誤差の絶対値と所定値を比較  
 させるようにしてもよい。

【0222】ここで、学習領域としては図79に示した  
 ようにエンジン負荷としての目標燃料噴射量 $Qsol$ と  
 エンジン回転速度 $Ne$ に対して所定の領域が予め与えら  
 れている。ただし、図79はあくまでモデル的に示した  
 に過ぎず、実際には図71のように開口割合のフィード  
 バック領域中の一部に設けている。学習領域の望ましい  
 条件としては、開口割合学習の感度がよい（開口割合に  
 対する新気量の変化が大きい）ことが挙げられる。

【0223】図80（図69のステップ5のサブルーチ  
 ン）は開口割合学習値 $Ravlr$ を演算するためのもの  
 である。

【0224】ステップ1ではメモリEEPROM（不揮  
 発性RAM）に格納されている開口割合学習値 $Ravlr$   
 $r$ を読み出し、前回の開口割合学習値である $Ravlr$   
 $z$ としてストアした後、ステップ2で学習許可フラグ $F$   
 $VNL R$ をみる。学習許可フラグ $FVNL R=1$ のとき  
 にはステップ3～6に進んで通常の学習方法と同じに開  
 口割合学習値を演算（更新）する。すなわち、ステップ  
 3、4で開口割合のフィードバック量としての積分補正  
 値 $Ravfb i$ を開口割合学習初期値 $Ravlr O$ に入  
 れ、運転条件（ $Ne$ 、 $Qsol$ ）からたとえば図81を  
 内容とするマップを検索することにより学習速度 $Kvn$   
 $t l r n$ を演算し、これら開口割合学習初期値 $Ravlr$   
 $O$ 、学習速度 $Kvnt l r n$ を用い、ステップ5にお  
 いて

【0225】

【数32】 $Ravlr = Ravlr O \times Kvnt l r n$   
 $+ (1 - Kvnt l r n) \times Ravlr m-1$ 、

ただし、 $Ravlr$ ：更新後の開口割合学習値、  
 $Ravlr m-1$ ：更新前の開口割合学習値（＝学習値読  
 み出し値）、

の式により加重平均処理を行い、更新後の開口割合学習  
 値をステップ6で上記メモリEEPROMにストアする  
 （更新前の値に対して更新後の値を上書きする）。これ  
 によって、たとえば学習速度 $Kvnt l r n$ が最大の1  
 であれば積分補正值 $Ravfb i$ の全部が、また学習速  
 度 $Kvnt l r n$ が1より小さいときには積分補正值 $R$   
 $avfb i$ の一部が開口割合学習値 $Ravlr$ に置き換  
 えられる。

【0226】図81に示したように学習速度 $Kvnt l$   
 $r n$ は $Qsol$ 、 $Ne$ が大きくなるほど大きくなる値  
 （ただし、 $Kvnt l r n \leq 1$ ）としている。これは、  
 $Qsol$ 、 $Ne$ が大きくなるほど感度が高い（開口割合

に対する新気量の変化が大きい) ことに対応して、 $Q_{sol}$ 、 $N_e$ が大きくなるほど開口割合学習を早く終わらせるためである。

【0227】一方、学習許可フラグ $FVNL R=0$ のときは学習領域外であるため、開口割合学習値を演算(更新)することはできない。

【0228】しかしながら、この場合に本実施形態では図80のステップ7~10を新たに追加し、学習領域で得た開口割合学習値 $R_{avlr}$ を学習領域外に反映させるための開口割合学習値を演算する。ただし、学習領域外で演算する開口割合学習値も、学習値の記号としては学習領域で更新する開口割合学習値と同じ $R_{avlr}$ を用いる。開口割合学習値を反映させるための開口割合学習値を演算する領域は、開口割合のフィードバック領域のうち学習領域を除いた領域である。

【0229】具体的には図80のステップ7で前回の開口割合学習値である $R_{avlr_{n-1}}$ (ステップ7の処理を実行する直前にメモリEEPROMに格納されている開口割合学習値)を開口割合学習初期値 $R_{avlr0}$ に入れる。ステップ8、9では、運転条件( $Q_{sol}$ 、 $N_e$ )からたとえば図82を内容とするマップを検索することにより開口割合学習値の運転領域反映係数 $G_{kvntlnq}$ を、また実開口割合 $R_{vnte}$ (過給圧の作動実際値)からたとえば図83を内容とするテーブルを検索することにより開口割合学習値の開口割合反映係数 $G_{kvntlav}$ を演算し、図80のステップ10において

【0230】

【数33】  $R_{avlr} = R_{avlr0} \times G_{kvntlnq} \times G_{kvntlav}$

の式により反映領域における開口割合学習値 $R_{avlr}$ を演算する。

【0231】数33式により得た開口割合学習値はあくまで学習領域の外に開口割合学習値を反映させるために用いるので、学習領域で更新される開口割合学習値と相違して、メモリEEPROMにストアすることはない(ステップ6に対応するステップがない)。

【0232】図82に示したように運転領域反映係数 $G_{kvntlnq}$ は学習領域より外れるほど1より小さくなる値である(学習領域で最大の1)。これは、学習領域の近くでは学習領域とほぼ同等の学習値でよいとみなせるのに対して、学習領域から大きく外れた領域でも学習領域と同じ開口割合学習値を与えたのでは真の開口割合学習値からのずれが大きすぎ、オーバーブーストが生じる可能性があるため、これを避けるため学習領域より外れるほど反映係数を小さくしたものである。

【0233】図83のように開口割合反映係数 $G_{kvntlav}$ は実開口割合 $R_{vnte}$ が小さい領域で小さくなる値である。これは、開口割合に対する新気量の特性が反比例特性にほぼ類似の特性であり、開口割合が小さ

い領域(過給圧の立ち上がりが急激な領域)においても開口割合が大きい領域(過給圧の立ち上がりが悪い領域)と同じ開口割合学習値を与えたのでは開口割合学習値が大きすぎ、オーバーブーストが生じる可能性があるため、開口割合が小さい領域では開口割合が大きい領域よりも小さな反映係数を与えるようにしたものである。

【0234】図80のステップ11では、このようにして求めた開口割合学習値 $R_{avlr}$ と前回の開口割合学習値である $R_{avlrz}$ とから

【0235】

【数34】  $dTravlr = R_{avlr} - R_{avlrz}$   
の式により開口割合学習値の変化分(演算周期10ms当たりの変化分) $dTravlr$ を演算する。この変化分 $dTravlr$ が開口割合のフィードバック量 $Avnt\_fb$ の演算に用いられる(図77のステップ6参照)。したがって、本実施形態では、学習領域に限らず反映領域においてもトータルの開口割合補正值が一定に保たれる。

【0236】これで図69の説明をすべて終了する。

【0237】次に、図84(図41のステップ6のサブルーチン)は最終指令開口割合 $Trvnt$ を演算するためのものである。

【0238】ステップ1で目標開口割合のフィードフォワード量 $Avnt\_f$ 、開口割合のフィードバック量 $Avnt\_fb$ 、開口割合学習値 $R_{avlr}$ を読み込み、これらをステップ2において加算した値を指令開口割合 $Avnt$ として算出する。

【0239】ステップ3では、アクチュエータ54のダイナミクスを補償するため、進み処理を行う。これは、アクチュエータ54が圧力アクチュエータである場合には、ステップモータである場合と異なり無視できないほどの応答遅れがあるためである。このアクチュエータ54の進み処理については図85により説明する。

【0240】図85(図84のステップ3のサブルーチン)においてステップ1で指令開口割合 $Avnt$ (図84のステップ2で得ている)を読み込み、この値と前回の指令開口割合である $Avnt_{n-1}$ との差の絶対値を所定値 $EPSDTY\#$ と比較する。 $Avnt$ と $Avnt_{n-1}$ との差の絶対値が所定値 $EPSDTY\#$ 以上のとき(指令開口割合が変化途中にある)にはステップ3で指令開口割合のクランプフラグ $FCLPVNDTY=0$ とし、 $Avnt$ と $Avnt_{n-1}$ との差の絶対値が所定値 $EPSDTY\#$ 未満になると、ステップ2よりステップ9に進み、指令開口割合のクランプフラグ $FCLPVNDTY=1$ とする。

【0241】クランプフラグ $FCLPVNDTY$ は本実施形態で新たに導入したもので、開口割合のフィードバック制御を禁止するために用いられる(図70参照)。すなわち、クランプフラグ $FCLPVNDTY=1$ になると、次回からフィードバック制御が禁止される。これ



は、クランプフラグFCLPVNDTY=1（つまり指令開口割合Avntの変化が所定値未満になった）より指令開口割合Avntの変化が収束したと判断され、この場合には開口割合をそれ以上フィードバック制御する必要がないからである。

【0242】ステップ3クランプフラグFCLPVNDTY=0とした後はステップ4以降に進む。

【0243】ステップ4では指令開口割合Avntと前回の指令開口割合であるAvnt<sub>m-1</sub>を比較する。Avnt > Avnt<sub>m-1</sub>であれば（アクチュエータ54を可変ノズル53の開き側に動かしているとき）、ステップ5、6に進み、所定値GKVACTP#をアクチュエータ進み補正ゲインGkact、所定値TCVACTP#をアクチュエータ進み補正の時定数相当値Tcactとして設定し、これに対して、Avnt < Avnt<sub>m-1</sub>であるとき（アクチュエータ54を可変ノズル53の閉じ側に動かしているとき）は、ステップ7、8に進み、所定値GKVACTN#をアクチュエータ進み補正ゲインGkact、所定値TCVACTN#をアクチュエータ進み補正の時定数相当値Tcactとして設定する。

【0244】アクチュエータ54を可変ノズル53の開き側に動かしているときと閉じ側に動かしているときとでアクチュエータ進み補正ゲインGkact、アクチュエータ進み補正の時定数相当値Tcactを相違させ、GKVACTP# < GKVACTN#、TCVACTP# < TCVACTN#としている。これは、アクチュエータ54を可変ノズル53の閉じ側に動かすときは、排気圧に抗する必要があるので、そのぶんゲインGkactを大きくし、かつ時定数を小さくする（時定数と逆数の関係にある時定数相当値Tcactは大きくする）必要があるからである。

【0245】一方、ステップ9でクランプフラグFCLPVNDTY=1とした後は、アクチュエータ進み処理の安定性を確保するためステップ10、11に進み、前回のアクチュエータ進み補正ゲイン、アクチュエータ進み補正の時定数相当値を維持する。

【0246】ステップ12ではこのようにして求めたアクチュエータ進み補正の時定数相当値Tcactと指令開口割合Avntを用いて、

【0247】

【数35】 $Cvact = Avnt \times Tcact + Cvact_{m-1} \times (1 - Tcact)$ 、

ただし、Cvact<sub>m-1</sub>：前回のCvact、  
の式により予想開口割合Cvactを演算し、この値と指令開口割合Avntからステップ13において、

【0248】

【数36】 $Trvnt = Gkact \times Avnt - (Gkact - 1) \times Cvact_{m-1}$ 、

ただし、Cvact<sub>m-1</sub>：前回のCvact、  
の式により進み補正を行い、最終指令開口割合Trvnt

tを演算する。ステップ12、13の進み処理そのものも、図7のステップ4、5に示した進み処理と基本的に同様である。

【0249】このように、図85のフローではアクチュエータ54の応答遅れだけを考慮した進み処理を行う（過給機・吸排気の応答遅れだけを考慮した進み処理は図63で前述した）。

【0250】このようにして、アクチュエータ54そのものの応答遅れを考慮した進み処理を行った後の値である最終指令開口割合Trvntを演算したら図84に戻りステップ4でこの最終指令開口割合Trvntからたとえば図86を内容とするテーブル（線型化テーブル）を検索することにより指令開口割合線型化処理値Ratdtyを設定する。

【0251】この線型化処理は、図86のように開口割合（あるいは開口面積）に対して、アクチュエータへの指令信号が非線型な特性を有する場合に必要となるものである。

【0252】図87（図41のステップ7のサブルーチン）は圧力制御弁56に与えるONデューティ値（以下、単に「デューティ値」という）である制御指令デューティ値Dtyvntを設定するためのものである。まず、ステップ1でエンジン回転速度Ne、目標燃料噴射量Qsol、指令開口割合線型化処理値Ratdty、アクチュエータ54の時定数相当値Tcact、水温Twを読み込む。

【0253】ステップ2ではデューティ選択信号フラグの設定を行う。このフラグ設定については図88のフローにより説明する。図88において、ステップ1で指令開口割合Avntとアクチュエータ54の時定数相当値Tcactを読み込み、これらからステップ2において、

【0254】

【数37】 $Adlyvnt = Avnt \times Tcact + Adlyvnt_{m-1} \times (1 - Tcact)$ 、

ただし、Adlyvnt<sub>m-1</sub>：前回のAdlyvnt、  
の式により遅れ処理を行って予想開口割合Adlyvntを演算し、この値と前回の予想開口割合のM（ただしMは整数の定数）回前の値であるAdlyvnt<sub>m-M</sub>とをステップ3において比較する。

【0255】Adlyvnt ≥ Adlyvnt<sub>m-M</sub>であるとき（増加傾向または定常状態にあるとき）は、増加傾向または定常状態にあることを示すためステップ4で作動方向指令フラグfvnt=1とし、それ以外ではステップ5で作動方向指令フラグfvnt=0とする。ステップ6ではさらに増加傾向である場合と定常状態とを分離するため、AdlyvntとAdlyvnt<sub>m-M</sub>を比較し、Adlyvnt = Adlyvnt<sub>m-M</sub>であるときは、ステップ7でデューティ保持フラグfvnt2=1とし、それ以外ではステップ8でデューティ保持フラ



グ  $f_{vnt2}=0$  とする。

【0256】このようにして2つのフラグ  $f_{vnt}$ 、 $f_{vnt2}$  の設定を終了したら、図87のステップ3に戻り、デューティ値の温度補正量  $Dty\_t$  を演算する。この演算については図89のフローより説明する。

【0257】図89において、ステップ1でエンジン回転速度  $Ne$ 、目標燃料噴射量  $Q_{sol}$ 、水温  $T_w$  を読み込み、このうち  $Ne$  と  $Q_{sol}$  からステップ2においてたとえば図90を内容とするマップを検索すること等により基本排気温度  $Texhb$  を演算する。ここで、 $Texhb$  は暖機完了後の排気温度である。これに対して暖機途中であれば暖機完了後の排気温度とは異なってくるため、ステップ3で水温  $T_w$  よりたとえば図91を内容とするテーブルを検索すること等により排気温度の水温補正係数  $K_{texh\_tw}$  を演算し、この値をステップ4において上記の基本排気温度に乗算した値を排気温度  $Texhi$  として演算する。

【0258】ステップ5ではこの排気温度  $Texhi$  から

【0259】

【数38】  $Texhdly = Texhi \times KEXH\# + Texhdly_{n-1} \times (1 - KEXH\#)$ 、

ただし、 $KEXH\#$ ：定数、

$Texhdly_{n-1}$ ：前回の  $Texhdly$ 、

の式により遅れ処理を行った値を実排気温度  $Texhdly$  として演算する。これは、熱慣性分の遅れ処理を行うものである。

【0260】ステップ6では基本排気温度  $Texhb$  とこの実排気温度  $Texhdly$  との差  $dTexh$  を演算し、この差  $dTexh$  からステップ7においてたとえば図92を内容とするテーブルを検索すること等によりデューティ値の温度補正量  $Dty\_t$  を演算する。ステップ6、7は、後述するヒステリシス対応に用いるマップ ( $Duty\_h\_p$ 、 $Duty\_h\_n$ 、 $Duty\_l\_p$ 、 $Duty\_l\_n$  のマップ) を暖機完了後に対して設定することを念頭に置き、その状態からの差分 (つまり  $dTexh$ ) に応じた補正量を持たせるものである。なお、温度補正量  $Dty\_t$  による補正は、雰囲気温度による温度特性を有するアクチュエータを使用する場合に必要となる処理である (図93参照)。

【0261】このようにして温度補正量  $Dty\_t$  の演算が終了したら、図87のステップ4に戻る。

【0262】図87のステップ4～9はヒステリシス処理を行うものである。この処理を図98を用いて先に説明しておく、これは、指令開口割合線型化処理値  $Ratdty$  が増加傾向にあるときに上側の特性 ( $Duty\_l\_p$  を可変ノズル全開時の指令信号、 $Duty\_h\_p$  を可変ノズル全閉時の指令信号とする直線特性) を用いるのに対して、指令開口割合線型化処理値  $Ratdty$  が減少傾向にあるときには、もう一つの下側の特性

( $Duty\_l\_n$  を可変ノズル全開時の指令信号、 $Duty\_h\_n$  を可変ノズル全閉時の指令信号とする直線特性) を用いるものである。なお、 $Ratdty$  が1に近い領域で2つの特性がひっくり返っている領域があるが、この領域が実際に使われることはない。

【0263】図87に戻り、ステップ4でフラグ  $f_{vnt}$  をみる。 $f_{vnt}=1$  のとき (すなわち開口割合が増加傾向にあるかまたは定常状態にあるとき) は、ステップ5、6に進み、たとえば図94を内容とするマップ ( $Duty\_h\_p$  マップ) と図95を内容とするマップ ( $Duty\_l\_p$  マップ) を検索することにより可変ノズル全閉時のデューティ値  $Duty\_h$  と可変ノズル全開時のデューティ値  $Duty\_l$  をそれぞれ設定する。一方、 $f_{vnt}=0$  のとき (すなわち開口割合が減少傾向にあるとき) は、ステップ7、8に進み、たとえば図96を内容とするマップ ( $Duty\_h\_n$  マップ) と図97を内容とするマップ ( $Duty\_l\_n$  マップ) を検索することにより可変ノズル全閉時のデューティ値  $Duty\_h$  と可変ノズル全開時のデューティ値  $Duty\_l$  をそれぞれ設定する。

【0264】このようにして設定した可変ノズル全閉時のデューティ値  $Duty\_h$ 、可変ノズル全開時のデューティ値  $Duty\_l$  と上記の指令開口割合線型化処理値  $Ratdty$  を用いステップ9において、

【0265】

【数39】  $Dty\_h = (Duty\_h - Duty\_l) \times Ratdty + Duty\_l + Dty\_t$   
の式により線型補間計算を行って指令デューティ値基本値  $Dty\_h$  を演算する。つまり、線型補間計算に用いる直線の特性を、指令開口割合線型化処理値が増加傾向にあるかまたは定常状態にあるときと指令開口割合線型化処理値が減少傾向にあるときとで変更する (ヒステリシス処理を行う) ことで、指令開口割合線型化処理値が同じであっても、指令開口割合線型化処理値が増加傾向 (または定常状態) にあるときのほうが、減少傾向にあるときより指令デューティ値基本値  $Dty\_h$  が大きくなる。

【0266】ステップ10ではもう一つのフラグ  $f_{vnt2}$  をみる。 $f_{vnt2}=1$  (すなわち指令開口割合線型化処理値の変化がない) ときは、ステップ11に進み、前回の制御指令デューティ値 (後述する) である  $Dty_{vntn-1}$  を通常指令デューティ値  $Dty_v$  に入れ (デューティ値をホールドし)、 $f_{vnt2}=0$  (すなわち開口割合が減少傾向にある) ときは、ステップ12に進み、最新の演算値である  $Dty\_h$  を  $Dty_v$  とする。

【0267】ステップ13では動作確認制御処理を行う。この処理については図99のフローより説明する。図99において、ステップ1で通常指令デューティ値  $Dty_v$ 、エンジン回転速度  $Ne$ 、目標燃料噴射量  $Q_{so}$

1、水温  $T_w$  を読み込む。

【0268】動作確認制御に入るための条件判定は、ステップ2、3、4、5の内容を一つずつチェックすることにより行い、各項目のすべてが満たされたときにさらに制御実行までの時間の計測に入る。すなわち、

ステップ2： $Q_{sol}$  が所定値  $Q_{SOLDIZ}$  #未満（つまり燃料カット時）である、

ステップ3： $N_e$  が所定値  $N_{EDIZ}$  #未満（つまり中回転速度域）である、

ステップ4： $T_w$  が所定値  $T_{WDIZ}$  #未満（つまり暖機完了前）である、

ステップ5：動作確認制御済みフラグ  $f_{diz}=0$  である（まだ動作確認制御を行っていない）、とき、ステップ6で動作確認制御カウンタ  $C_{trdiz}$  をインクリメントする。

【0269】ステップ7ではこの動作確認制御カウンタと所定値  $CTR_{DIZH}$ 、 $CTR_{DIZL}$  #を比較する。ここで、所定値  $CTR_{DIZL}$  #、 $CTR_{DIZH}$  #は動作確認制御カウンタの下限リミット、上限リミットをそれぞれ定めるもので、 $CTR_{DIZL}$  #はたとえば2秒程度、 $CTR_{DIZH}$  #はたとえば7秒程度の値である。したがって、動作確認制御カウンタが下限リミットである  $CTR_{DIZL}$  #と一致したタイミングより、動作確認制御カウンタが上限リミットである  $CTR_{DIZH}$  #未満であるあいだ、ステップ9に進み、動作確認制御指令デューティ値を設定する。つまり、 $CTR_{DIZH} - CTR_{DIZL}$  #が動作確認制御実行時間となる。

【0270】動作確認制御指令デューティ値の設定については図100のフローにより説明する。図100においてステップ1で動作確認制御カウンタ  $C_{trdiz}$ 、エンジン回転速度  $N_e$  を読み込み、ステップ2において  $C_{trdiz} - CTR_{DIZL}$  # ( $\geq 0$ ) よりたとえば図101を内容とするテーブルを検索することにより制御パターン  $Duty_{pu}$  を設定する。これは、短い周期で可変ノズル53を全閉位置と全開位置とに動かすものである。

【0271】ステップ3では、エンジン回転速度  $N_e$  からたとえば図102を内容とするテーブルを検索することによりデューティ値  $Duty_{p\_ne}$  を設定し、この  $Duty_{p\_ne}$  にステップ4において上記の制御パターン  $Duty_{pu}$  を乗じた値を制御指令デューティ値  $Dtyvnt$  として演算する。図102のように、制御パターン  $Duty_{pu}$  に乗じるデューティ値  $Duty_{p\_ne}$  をエンジン回転速度  $N_e$  に応じた値としている。これは、エンジン回転速度により可変ノズル53の開閉動作を確認するデューティの指令値が異なることを想定したものである。たとえば、可変ノズル53は排気圧に抗して閉じる必要があるが、その排気圧は高回転になるほど高くなるので、これに対応してデューティ

の指令値を大きくしている。また、さらに高回転側では当制御による悪影響を受けないようにその値を下げるようにしている。

【0272】図99に戻り、動作確認制御カウンタが下限リミットとしての  $CTR_{DIZL}$  #未満のときは、ステップ8よりステップ15に進み、通常指令デューティ値  $Dtyv$  を制御指令デューティ値  $Dtyvnt$  とする。

【0273】また、動作確認制御カウンタが上限リミットとしての  $CTR_{DIZH}$  #以上になると、ステップ7よりステップ10に進み、前回の動作確認制御カウンタである  $C_{trdiz_{n-1}}$  と上限リミットとしての  $CTR_{DIZH}$  #を比較する。 $C_{trdiz_{n-1}} < CTR_{DIZH}$  #であれば、動作確認制御カウンタが上限リミットとしての  $CTR_{DIZH}$  #以上になった直後と判断し、動作確認制御を終了するため、ステップ11で制御指令デューティ値  $Dtyvnt=0$  とする。これは、動作確認制御終了時に一度、可変ノズル53を全開にして、通常制御時の制御精度を確保するためである。ステップ12では、動作確認制御済みフラグ  $f_{diz}=1$  として、今回の処理を終了する。このフラグ  $f_{diz}=1$  により、次回以降ステップ6以降に進むことができないので、エンジンを始動した後に動作確認制御が2度行われることはない。

【0274】動作確認制御カウンタが上限リミットとしての  $CTR_{DIZH}$  #以上になった直後でないときは、ステップ10よりステップ14に進み、次回に備えるため動作確認制御カウンタ  $C_{trdiz}=0$  とした後、ステップ15の処理を実行する。

【0275】一方、 $Q_{sol}$  が所定値  $Q_{SOLDIZ}$  #以上（燃料カット時でない）であるとき、 $N_e$  が所定値  $N_{EDIZ}$  #以上（高回転域）であるとき、 $T_w$  が所定値  $T_{WDIZ}$  #以上（暖機完了後）であるときは動作確認制御を禁止するため、ステップ2、3、4よりステップ13に進み、フラグ  $f_{diz}=0$  としたあと、ステップ14、15の処理を実行する。

【0276】このように、特に低温時など、アクチュエータ54の動作が不安定な場合に動作確認制御を行わせることで、可変ノズル53の動きが滑らかとなり、アクチュエータ54の動作をより確実にすることができる。

【0277】以上で、図41の説明をすべて終了する。

【0278】ここで、2つの実施形態の作用を説明する。

【0279】比較のため、通常の学習方法で開口割合学習を行った場合の実吸入空気量  $Q_{ac}$ 、積分補正值  $R_{avfb}$ 、開口割合学習値  $R_{avlr}$  の変化を図103に示す（実線参照）。すなわち、 $t_1$  のタイミングで目標吸入空気量  $tQ_{ac}$  をステップ変化させると、フィードバック制御により積分補正值  $R_{avfb}$  が大きくなり、実吸入空気量  $Q_{ac}$  が目標吸入空気量  $tQ_{ac}$  に近

づいてゆく。この大きくなる積分補正值  $R_{avfb i}$  によって実吸入空気量  $Q_{ac}$  が目標吸入空気量  $tQ_{ac}$  と一致したタイミングの  $t_2$  からはそれ以上補正する必要がないので、積分補正值  $R_{avfb i}$  が一定値に保持される（積分補正值  $R_{avfb i}$  が平衡に達する）。

【0280】そこで、積分補正值  $R_{avfb i}$  が平衡に達しているたとえば  $t_3$  のタイミングで開口割合学習を開始すれば、 $t_3$  のタイミングより開口割合学習値  $R_{avlr}$  が大きくなり、トータルの開口割合補正值（= $R_{avfb i} + R_{avlr}$ ）が増加する。これは通常の学習方法では、開口割合学習中も積分補正值  $R_{avfb i}$  が、

【0281】

$$\text{【数40】 } R_{avfb i} = R_{avfb i_{n-1}} + G_{kvn} t_i \times E_{qac}$$

ただし、 $R_{avfb i_{n-1}}$ ：前回の  $R_{avfb i}$ 、  
の式により演算され、この場合に制御誤差  $E_{qac} = 0$  であることより  $R_{avfb i} = R_{avfb i_{n-1}}$  となり積分補正值が一定値を保つためである。

【0282】しかしながら、このトータルの開口割合補正值が増加しても吸気系の応答遅れに起因して実吸入空気量  $Q_{ac}$  が動かず、この状態がいつとき（ $t_3 \sim t_4$  の区間）生じた後の  $t_4$  のタイミングで急に実吸入空気量  $Q_{ac}$  が動き始めオーバーシュートする現象が生じる。このため、 $Q_{ac}$  のこのオーバーシュートを受けて、積分補正值  $R_{avfb i}$  が  $t_4$  のタイミングより減少するものの、実吸入空気量  $Q_{ac}$  が許容誤差を外れる（すなわち図78のステップ7がNoとなる）ことにより学習許可条件を外れる  $t_5$  のタイミングで開口割合学習が停止される。その後は開口割合のフィードバック制御が行われるものの実吸入空気量  $Q_{ac}$  の振動がしばらく続く。

【0283】このように吸気系の応答遅れに起因して開口割合学習を行うことが却って外乱となり、実吸入空気量  $Q_{ac}$  が振動し、その収束のために時間を要することになる。

【0284】これに対して本実施形態の場合を図103に破線で重ねて示す。本実施形態でも学習開始タイミングである  $t_3$  より開口割合学習値  $R_{avlr}$  が増加するのは同じであるが、トータルの開口割合補正值が一定値のままで変化しない（最下段の破線参照）。これは、学習許可条件で積分補正值  $R_{avfb i}$  を開口割合学習値  $R_{avlr}$  に置き換える一方で（図80のステップ2～6参照）、開口割合学習値  $R_{avlr}$  に置き換えた分（つまり図80のステップ11の  $dTravlr$ ）だけ次のサイクルで積分補正值（= $R_{avfb i_{n-1}} + G_{kvn} t_i \times E_{qac}$ ）から減算するようにしているためである（図77のステップ6参照）。したがって、本実施形態によれば、 $t_3$  からの開口割合学習中もトータルの開口割合補正值が変化しないため、 $t_4$  のタイミング

以降も実吸入空気量  $Q_{ac}$  が急に大きくなることなく、開口割合学習値  $R_{avlr}$  の増加に対応して減少していく積分補正值  $R_{avfb i}$  がゼロとなる  $t_6$  のタイミングで開口割合学習が終了する。

【0285】このように、本実施形態によれば、積分補正值を学習値に置き換える際に、学習値に置き換えた分だけ次のサイクルにおいて積分補正值から減算することにより開口割合学習中（開口割合学習値の反映中も含む）のトータルの開口割合補正值が一定値になるため、学習動作が外乱とならず、これによって、応答遅れの大きなエンジン吸気系を有している場合に開口割合学習を行っても、過給圧（吸入空気量）の安定性が保たれるのである。

【0286】一方、その後に、目標吸入空気量  $tQ_{ac}$  が再び変化した場合には開口割合のフィードバック制御が行われて積分補正值  $R_{avfb i}$  が変化し、上記の操作が再び繰り返される。

【0287】また、学習領域を外れた領域では開口割合学習値  $R_{avlr}$  を更新しないものの、運転領域の連続性を考慮すると、学習領域の近くでは学習領域とほぼ同等の開口割合学習値  $R_{avlr}$  となり、これに対して学習領域から大きく外れた領域では学習領域での開口割合学習値  $R_{avlr}$  からのずれも大きいと推定される。この推定を活かして導入したのが、図82に示す運転領域反映係数  $G_{kvn} t_{lnq}$  であり、この運転領域反映係数  $G_{kvn} t_{lnq}$  により、学習領域を外れた領域に対しても開口割合学習値  $R_{avlr}$  を反映させることができる。これにより、学習領域を外れた領域において学習値を用いない場合より制御精度が向上する。

【0288】また、実開口割合  $R_{vnte}$ （過給圧の作動実値）に対する新気量の特性は一樣でなく、 $R_{vnte}$  が小さい領域（過給圧の立ち上がりが急激な領域）においても  $R_{vnte}$  が大きい領域（過給圧の立ち上がりが悪い領域）と同じ開口割合学習値を反映させたのでは、開口割合学習値が大きすぎ、オーバーブーストが生じる可能性があるのであるが、本実施形態によれば、 $R_{vnte}$  が小さい領域では  $R_{vnte}$  が大きい領域よりも小さくなる開口割合反映係数  $G_{kvn} t_{lav}$ （図83参照）を設定することで、過給圧の立ち上がりが急激な領域においてもオーバーブーストを回避できる。

【0289】また、可変ノズル53（過給圧可変機構）を駆動するためのアクチュエータ54への制御指令値に対する実吸入空気量の応答遅れは、過給機・吸排気の応答遅れとアクチュエータ54そのものの応答遅れとの2つの応答遅れからなり、このうち過給機・吸排気の応答遅れの時定数は排気量に依存するのに対してアクチュエータ54そのものの応答遅れの時定数は一定である。したがって、アクチュエータ54への制御指令値に対する実吸入空気量の応答遅れを補償するため進み処理を行うに際して、2つの応答遅れを分離することなく一定の時



定数とみなして進み処理を行ったのでは、進み処理の制御精度が悪くなるのであるが、本実施形態によれば、各応答遅れに対応した進み処理を行うようにしたので（過給機・吸排気の応答遅れに対して図63の進み処理を、アクチュエータ54そのものの応答遅れに対して図85の進み処理を行っている）、進み処理の制御精度が向上する。

【0290】図104、図105のフローチャートは第3実施形態で、第1、第2の2つの実施形態で共用する図80と置き換わるものである。これは、アクチュエータ54を可変ノズル53の開き側に動かしているときと閉じ側に動かしているときとで別個の開口割合学習値を導入したものである。別個の学習値を導入したのは、アクチュエータ54が圧力アクチュエータであるとき、制御指令デューティ値に対する開口割合の特性にヒステリシスが生じるので（図106参照）、開口割合学習値が1つであると開口割合学習値の精度が低下するため、可変ノズル53の作動方向が開き側と閉じ側の2つあることに対応させたものである。

【0291】具体的には図104のステップ1で指令開口割合 $Avnt$ を読み込み、この指令開口割合 $Avnt$ と前回の指令開口割合である $Avnt_{n-1}$ をステップ2において比較する。 $Avnt > Avnt_{n-1}$ であれば（アクチュエータ54を可変ノズル53の開き側に動かしているとき）、ステップ3～13に進み、アクチュエータ54を可変ノズル53の開き側に動かしているときの開口割合学習値 $Ravlr_o$ を演算し、これに対して $Avnt \leq Avnt_{n-1}$ であるとき（アクチュエータ54を可変ノズル53の閉じ側に動かしているとき）には、ステップ2よりステップ15～25に進み、アクチュエータ54を可変ノズル53の閉じ側に動かしているときの開口割合学習値 $Ravlr_c$ を演算する。

【0292】ここで、図104のステップ3～13、図105のステップ15～25を図80のステップ1～11と比較すればわかるように、図80における開口割合学習値である $Ravlr$ を $Ravlr_o$ 、 $Ravlr_c$ に変えただけのものである。なお、学習速度（ $Kvntlr_{no}$ 、 $Kvntlr_{nc}$ ）、運転領域反映係数（ $Gkvntln_{qo}$ 、 $Gkvntln_{qc}$ ）、開口割合反映係数（ $Gkvntl_{avo}$ 、 $Gkvntl_{avc}$ ）についても可変ノズル53の開き側に動かしているときと閉じ側に動かしているときとで別々の値としている。

【0293】このようにして各開口割合学習値 $Ravlr_o$ 、 $Ravlr_c$ を演算した後は、ステップ14、26でこれを開口割合学習値 $Ravlr$ に入れる。

【0294】第3実施形態によれば、アクチュエータが圧力アクチュエータであることより、制御指令デューティ値に対する開口割合の特性にヒステリシスが生じる場合であっても開口割合学習値の精度が低下することを避けることができる。

【0295】実施形態では過給機の作動目標値が目標開口割合 $Rvnt$ である場合で説明したが、これに限られるものでなく、目標開口面積でもかまわない。

【0296】実施形態では、開口割合反映係数 $Gkvntl_{av}$ （図83参照）を実開口割合 $Rvnte$ （過給機の作動実際値）をパラメータとして設定する場合で説明したが、簡単には目標開口割合 $Rvnt$ （過給機の作動目標値）をパラメータとして設定する場合でもかまわない。

10 【0297】実施形態では目標吸入空気量 $tQac$ を演算する場合で説明したが、目標吸入空気量 $tQac$ に代えて目標過給圧を用いてもかまわない。

20 【0298】実施形態では、可変ノズルの開口割合に応じて過給圧が変化するターボ過給機で説明したが、これに限られるものでなく、以下のものにも適用がある。すなわち、排気タービンではガスが通過する面積を変えてやれば過給圧が変化するので、ノズルのほかスクロールやディフューザの開口割合を変えても過給圧が変化する。これらは結局、排気タービンの幾何学形状（ジオメトリ）を変え得るものであるので、可変ジオメトリックターボ過給機（Variable Geometric Turbocharger）で総称される。本発明はこうした可変ジオメトリックターボ過給機に適用がある。また、ウェストゲートバルブを備える一定容量のターボ過給機にも適用がある。

30 【0299】実施形態では、熱発生のパターンが単段燃焼となる、いわゆる低温予混合燃焼を行わせる場合で説明したが、予混合燃焼の後に拡散燃焼が付加される、通常のディーゼル燃焼の場合でも、本発明を適用できることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態の制御システム図。

【図2】コモンレール式燃料噴射装置の概略構成図。

【図3】目標燃料噴射量の演算を説明するためのフローチャート。

【図4】基本燃料噴射量のマップ特性図。

【図5】EGR弁開口面積の演算を説明するためのフローチャート。

40 【図6】EGR弁開口面積に対するEGR弁駆動信号の特性図。

【図7】1シリンダ当たりの目標EGR量の演算を説明するためのフローチャート。

【図8】シリンダ吸入空気量の演算を説明するためのフローチャート。

【図9】吸入空気量の検出を説明するためのフローチャート。

【図10】エアフローメータ出力電圧に対する吸入空気量の特性図。

50 【図11】目標EGR率の演算を説明するためのフローチャート。



【図12】基本目標EGR率のマップ特性図。  
【図13】水温補正係数のテーブル特性図。  
【図14】完爆判定を説明するためのフローチャート。  
【図15】第1実施形態の目標吸入空気量の演算を説明するためのフローチャート。  
【図16】第2実施形態の目標吸入空気量の演算を説明するためのフローチャート。  
【図17】実EGR率の演算を説明するためのフローチャート。  
【図18】コレクタ容量分の時定数相当値の演算を説明 10 するためのフローチャート。  
【図19】体積効率相当基本値のマップ特性図。  
【図20】目標吸入空気量の演算を説明するためのフローチャート。  
【図21】EGR作動時の目標吸入空気量基本値のマップ特性図。  
【図22】目標吸入空気量補正係数のマップ特性図。  
【図23】EGR非作動時の目標吸入空気量のマップ特性図。  
【図24】実EGR量の演算を説明するためのフローチャ 20 ート。  
【図25】EGR制御の2つのフィードバック補正係数と学習補正係数の演算を説明するためのフローチャート。  
【図26】フィードバック許可フラグの設定を説明するためのフローチャート。  
【図27】学習値反映許可フラグの設定を説明するためのフローチャート。  
【図28】学習許可フラグの設定を説明するためのフロー 30 ート。  
【図29】EGR量フィードバック補正係数の演算を説明するためのフローチャート。  
【図30】EGR流量の補正ゲインのマップ特性図。  
【図31】水温補正係数のテーブル特性図。  
【図32】EGR流速フィードバック補正係数の演算を説明するためのフローチャート。  
【図33】EGR流速の補正ゲインのマップ特性図。  
【図34】水温補正係数のテーブル特性図。  
【図35】誤差割合学習値の学習マップの表図。  
【図36】学習値の更新を説明するためのフローチャー 40 ート。  
【図37】学習速度のマップ特性図。  
【図38】EGR流速の演算を説明するためのフローチャート。  
【図39】EGR流速のマップ特性図。  
【図40】EGR弁開口面積の演算を説明するためのフローチャート。  
【図41】圧力制御弁に与える制御指令デューティ値の演算を説明するためのフローチャート。  
【図42】オーバーブースト判定フラグの設定を説明す 50

るためのフローチャート。

【図43】アクセルペダルを急激に踏み込んだ場合のオーバーブースト判定フラグの変化を示すモデル図。

【図44】オーバーブースト判定吸入ガス量のマップ特性図。

【図45】ターボ過給機の効率特性図。

【図46】オーバーブースト解除移行フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【図47】オーバーブースト判定フラグおよびオーバーブースト解除移行フラグの波形図。

【図48】オーバーブースト抑制時間の演算を説明するためのフローチャート。

【図49】オーバーブースト制御時間基本値のマップ特性図。

【図50】オーバーブースト制御時間補正係数のマップ特性図。

【図51】オーバーブースト解除移行時間の演算を説明するためのフローチャート。

【図52】オーバーブースト解除移行時間基本値のテーブル特性図。

【図53】オーバーブースト解除移行時間補正係数のテーブル特性図。

【図54】第1実施形態の目標開口割合の演算を説明するためのフローチャート。

【図55】EGRの作動域かつオーバーブースト抑制時の目標開口割合のマップ特性図。

【図56】EGRの作動域かつ通常運転時の目標開口割合のマップ特性図。

【図57】EGRの非作動域かつオーバーブースト抑制時の目標開口割合のマップ特性図。 30

【図58】EGRの非作動域かつ通常運転時の目標開口割合のマップ特性図。

【図59】第2実施形態の目標開口割合の演算を説明するためのフローチャート。

【図60】EGRの作動域かつオーバーブースト抑制時の目標開口割合のマップ特性図。

【図61】EGRの作動域かつ通常運転時の目標開口割合のマップ特性図。

【図62】EGR率、開口面積に対する燃費、排気、吸入空気量の特性図。

【図63】目標開口割合のフィードフォワード量の演算を説明するためのフローチャート。

【図64】燃料噴射量をステップ的に増加させたときの実排気流量相当値の変化を示す波形図。

【図65】可変ノズルを開く側に動かす場合の進み補正ゲインのテーブル特性図。

【図66】可変ノズルを閉じる側に動かす場合の進み補正ゲインのテーブル特性図。

【図67】可変ノズルを開く側に動かす場合の進み補正の時定数相当値のテーブル特性図。 50

【図68】可変ノズルを閉じる側に動かす場合の進み補正の時定数相当値のテーブル特性図。

【図69】開口割合補正値の演算を説明するためのフローチャート。

【図70】フィードバック許可フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【図71】フィードバック領域図。

【図72】フィードバックゲインの設定を説明するためのフローチャート。

【図73】基本比例ゲイン基本値のテーブル特性図。

【図74】基本積分ゲイン基本値のテーブル特性図。

【図75】PIゲインの排気量補正係数のテーブル特性図。

【図76】PIゲインの開口割合補正係数のテーブル特性図。

【図77】開口割合のフィードバック量の演算を説明するためのフローチャート。

【図78】学習許可フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【図79】学習領域図。

【図80】開口割合学習値の演算を説明するためのフローチャート。

【図81】学習速度のマップ特性図。

【図82】運転領域反映係数のマップ特性図。

【図83】開口割合反映係数のテーブル特性図。

【図84】最終指令開口割合の演算を説明するためのフローチャート。

【図85】アクチュエータそのものの進み処理を説明するためのフローチャート。

【図86】線型化のテーブル特性図。

【図87】信号変換を説明するためのフローチャート。

【図88】デューティ選択信号フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【図89】デューティ値の温度補正量の演算を説明するためのフローチャート。

【図90】基本排気温度のマップ特性図。

【図91】水温補正係数のテーブル特性図。

【図92】温度補正量のテーブル特性図。

【図93】アクチュエータの温度特性図。

【図94】可変ノズル全閉時のデューティ値のマップ特性図。

【図95】可変ノズル全開時のデューティ値のマップ特性図。

【図96】可変ノズル全閉時のデューティ値のマップ特性図。

【図97】可変ノズル全開時のデューティ値のマップ特性図。

【図98】指令開口割合線型化処理値をデューティ値に変換するときのヒステリシス図。

【図99】動作確認制御を説明するためのフローチャート。

【図100】動作確認制御指令デューティ値の設定を説明するためのフローチャート。

【図101】制御パターンのテーブル特性図。

【図102】動作確認制御時のデューティ値のテーブル特性図。

【図103】第1、第2の実施形態の作用を説明するための波形図。

【図104】第3実施形態の開口割合学習値の演算を説明するためのフローチャート。

【図105】第3実施形態の開口割合学習値の演算を説明するためのフローチャート。

【図106】制御指令デューティ値に対する開口割合の特性図。

【図107】第1の発明のクレーム対応図。

【符号の説明】

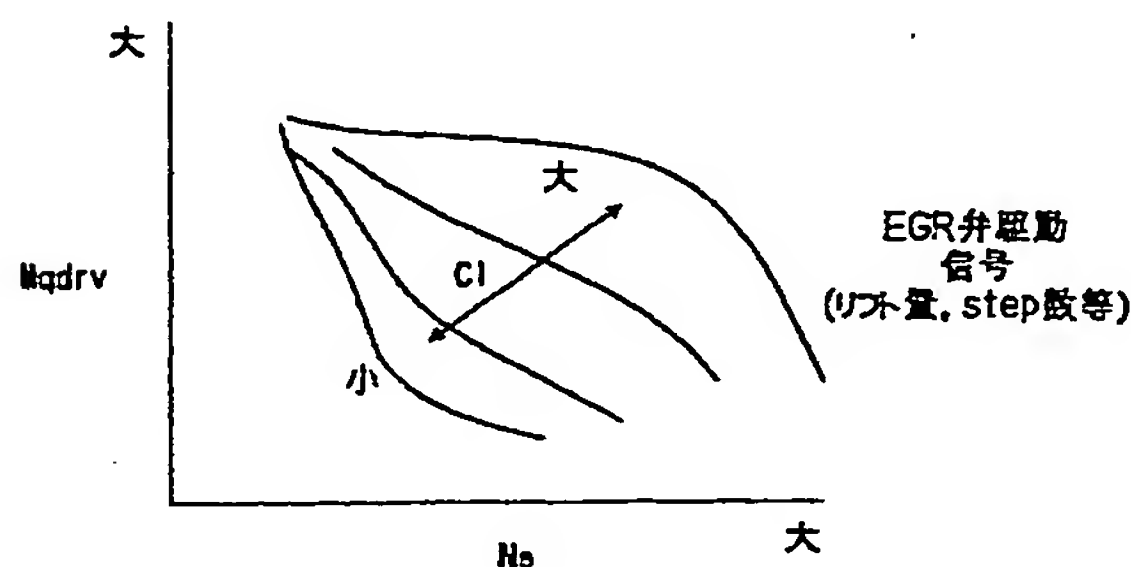
41 コントロールユニット

52 排気タービン

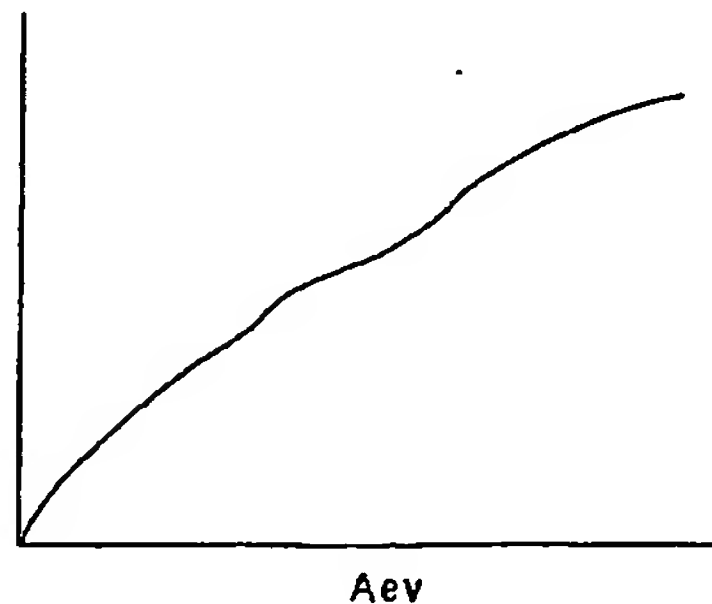
53 可変ノズル

54 アクチュエータ

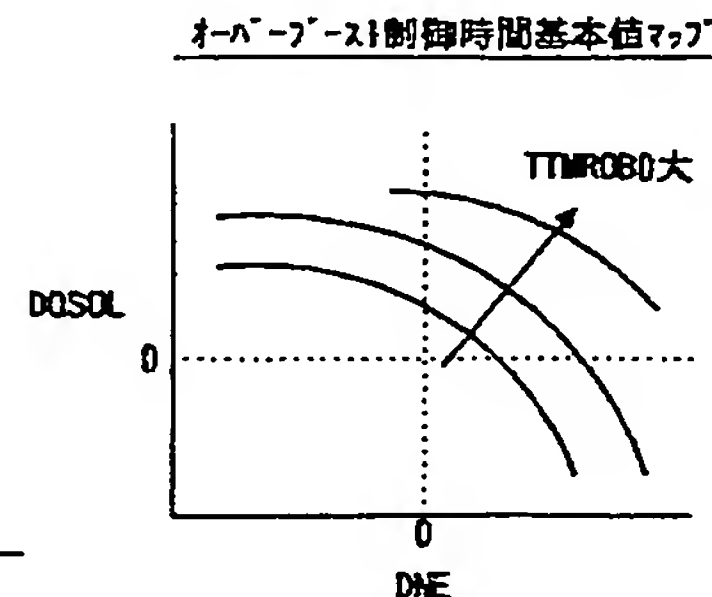
【図4】



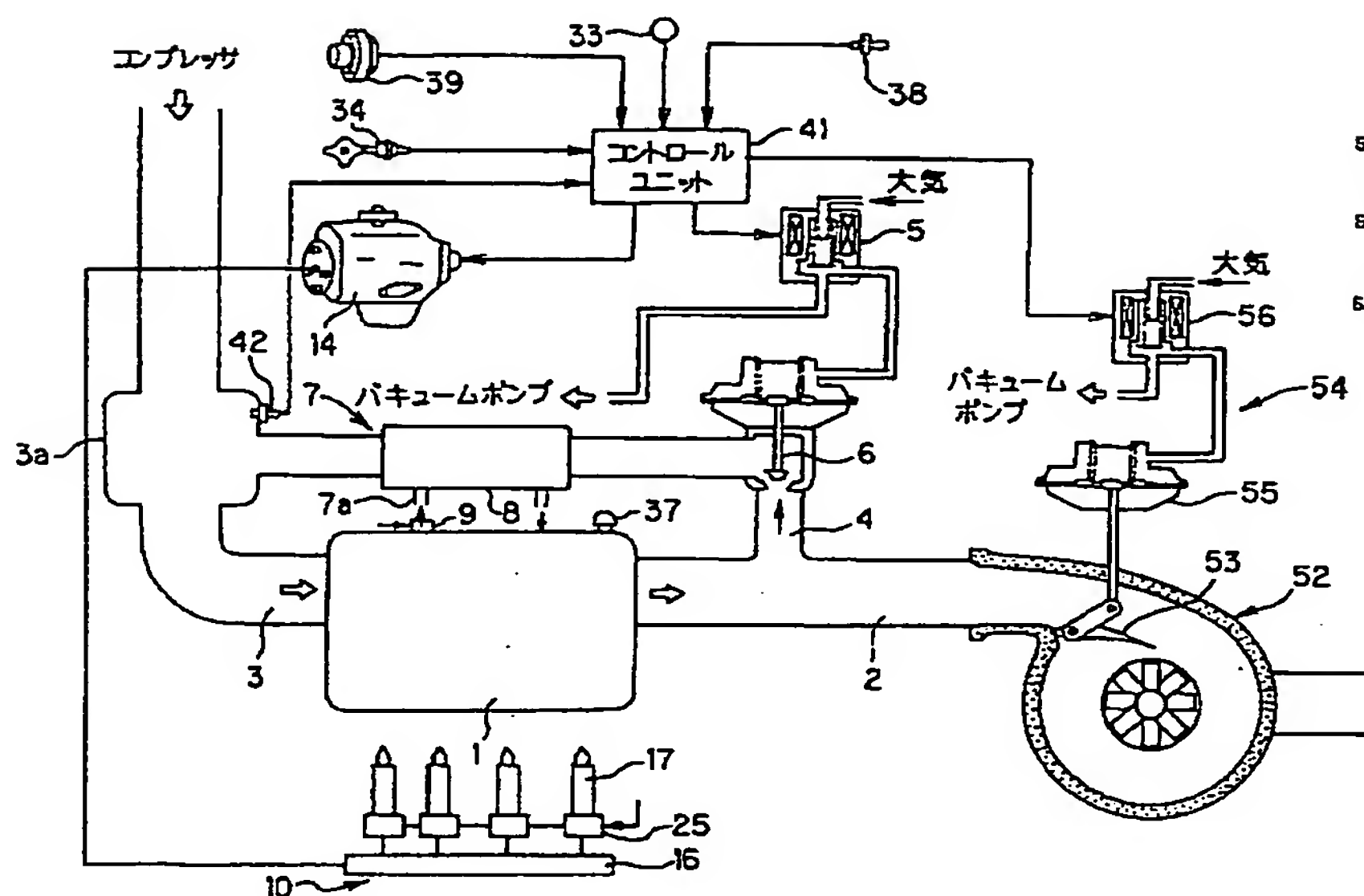
【図6】



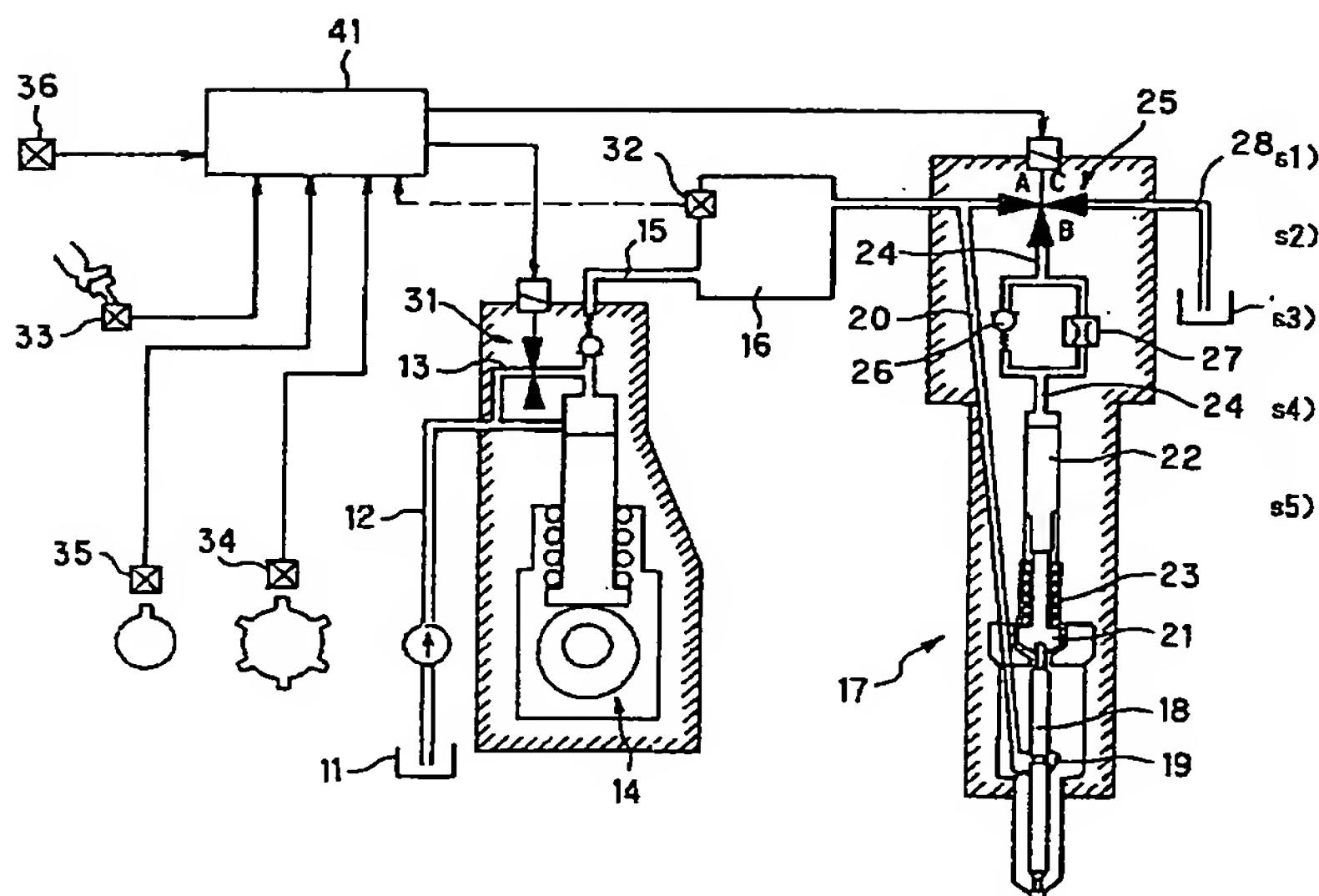
【図49】



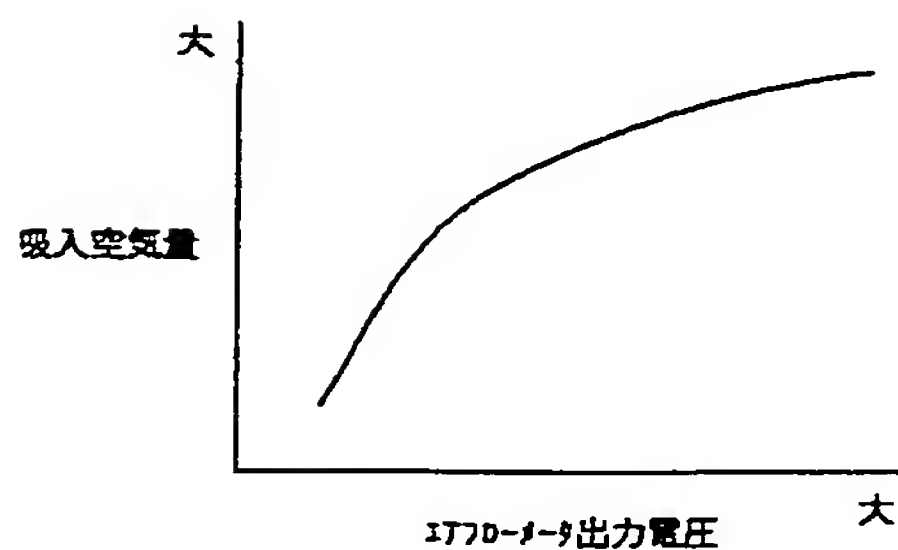
【図1】



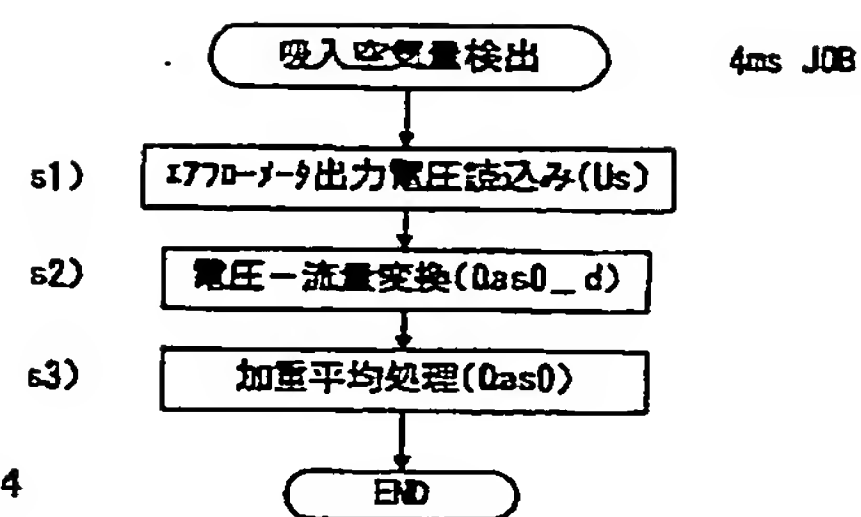
【図2】



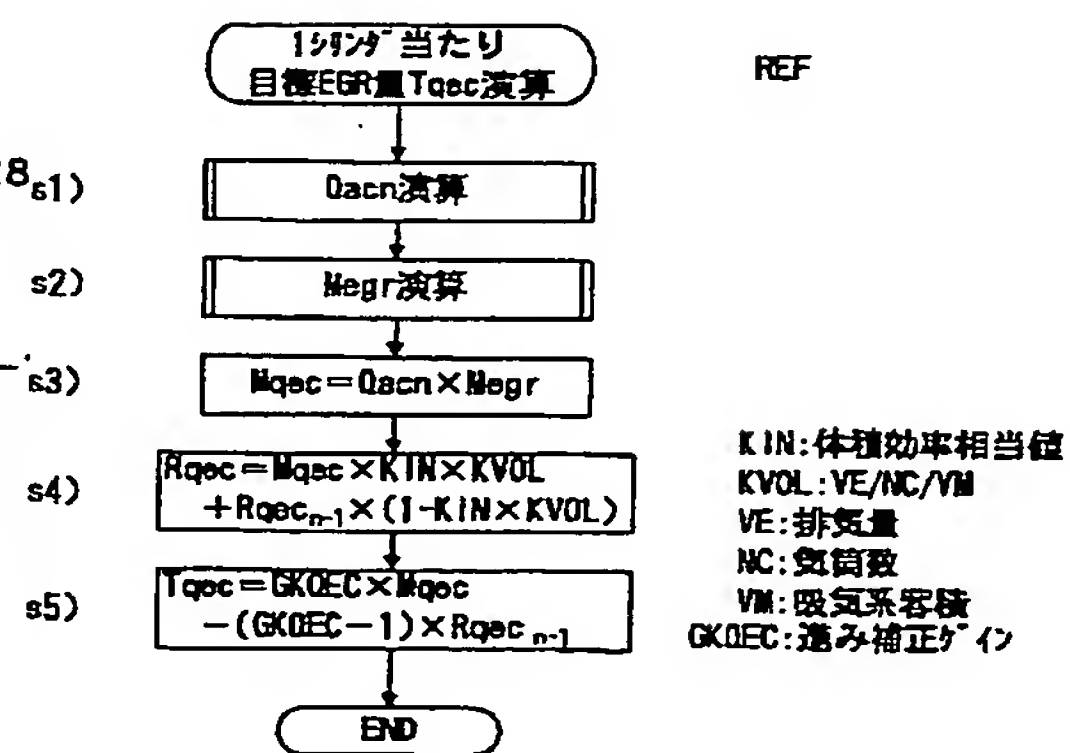
【図10】



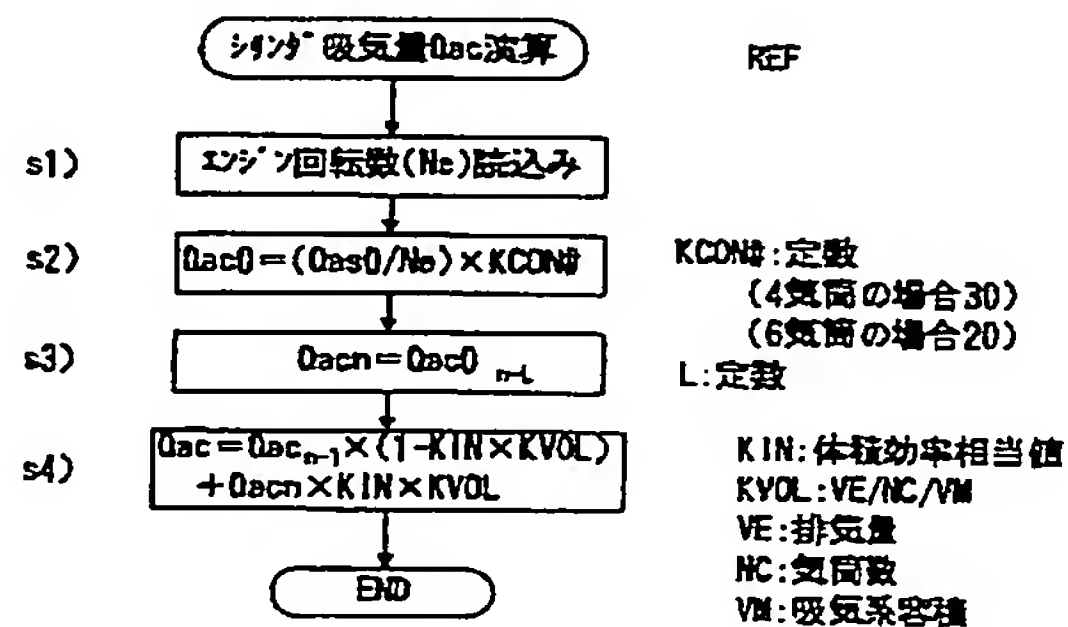
【図9】



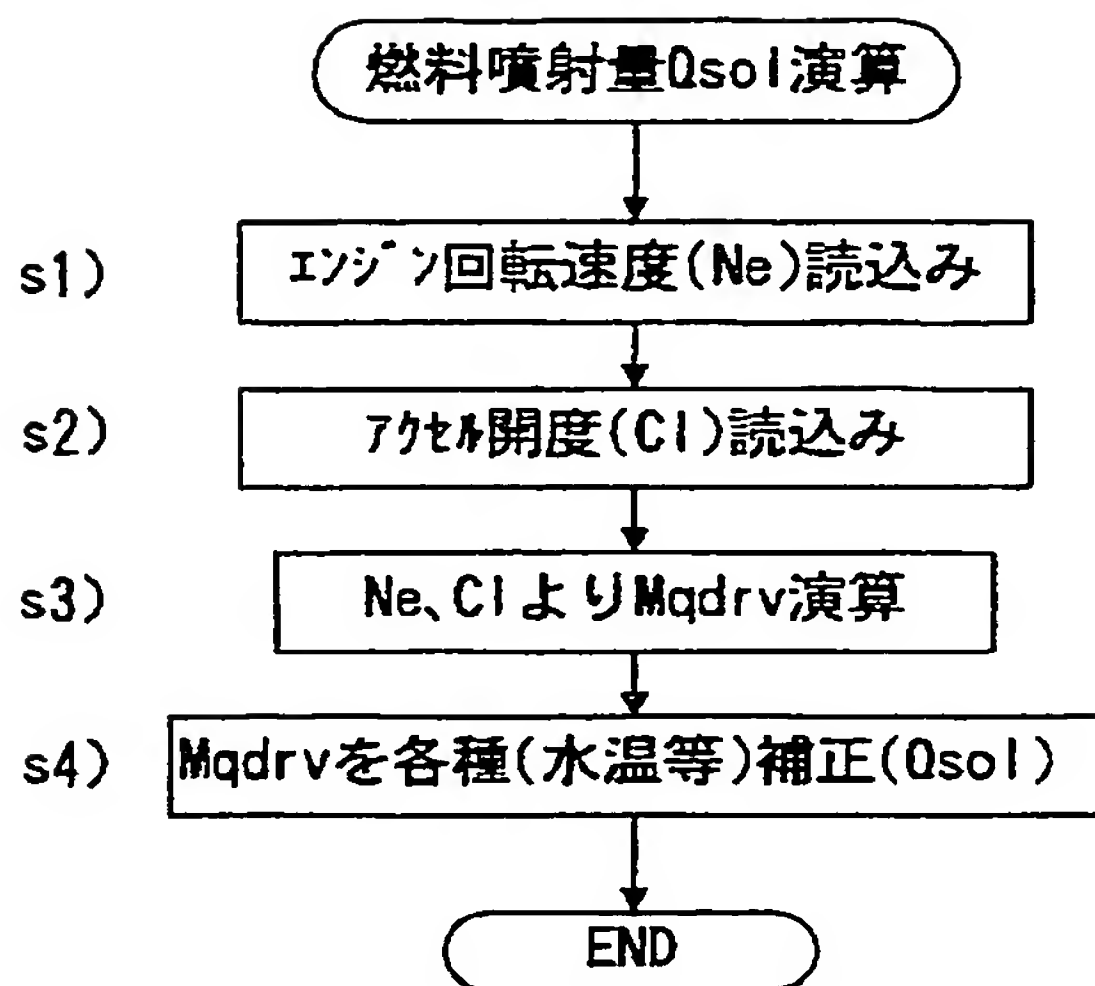
【図7】



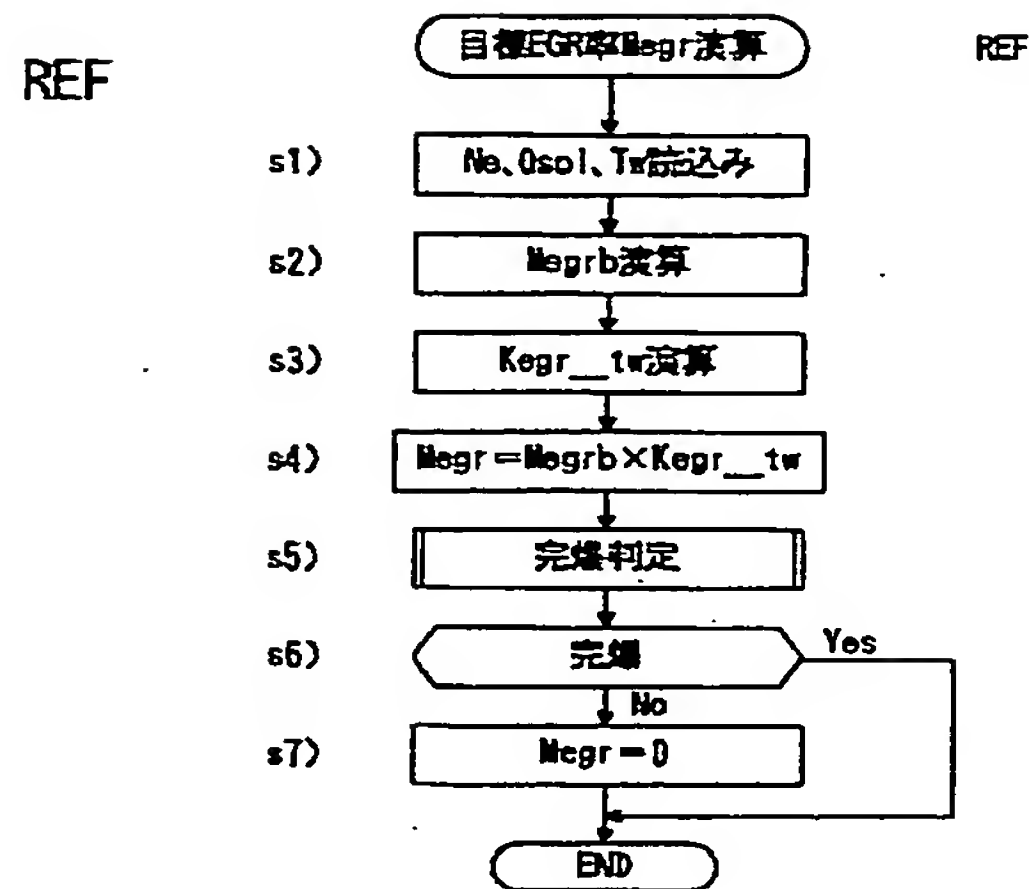
【図8】



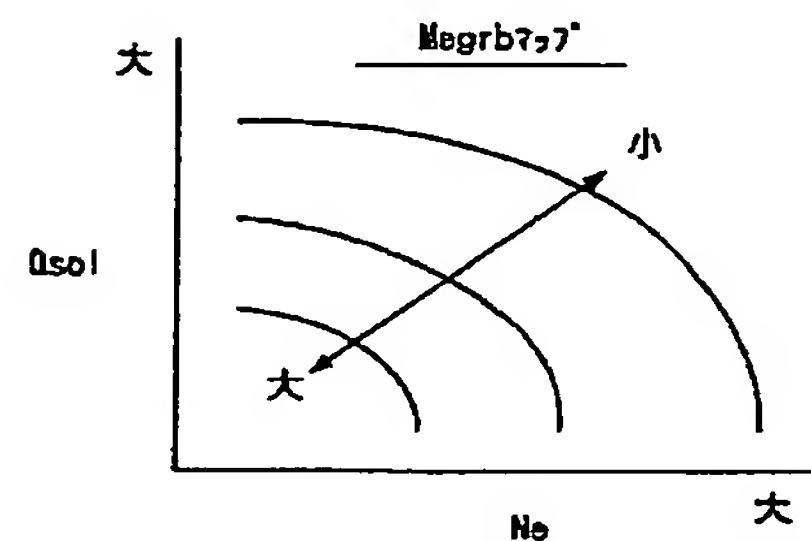
【図3】



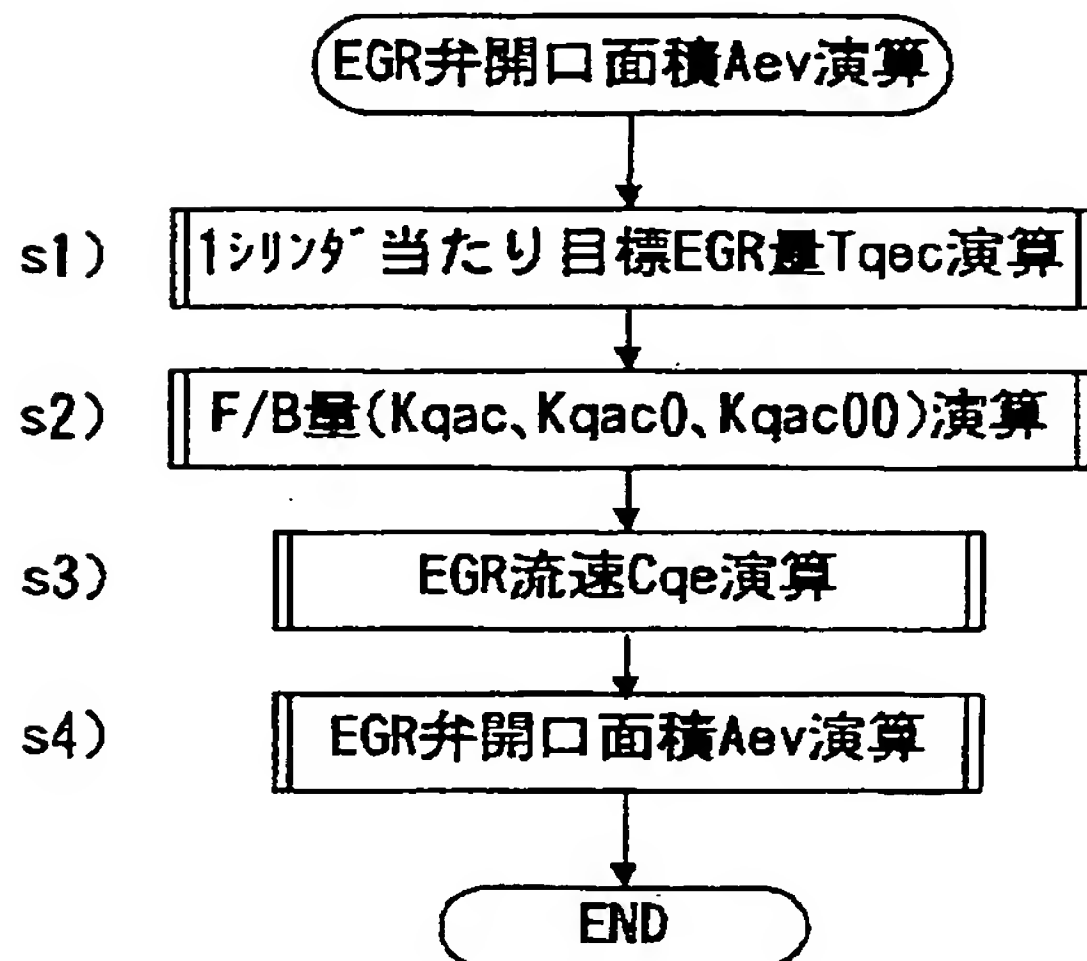
【図11】



【図12】



【図5】



REF

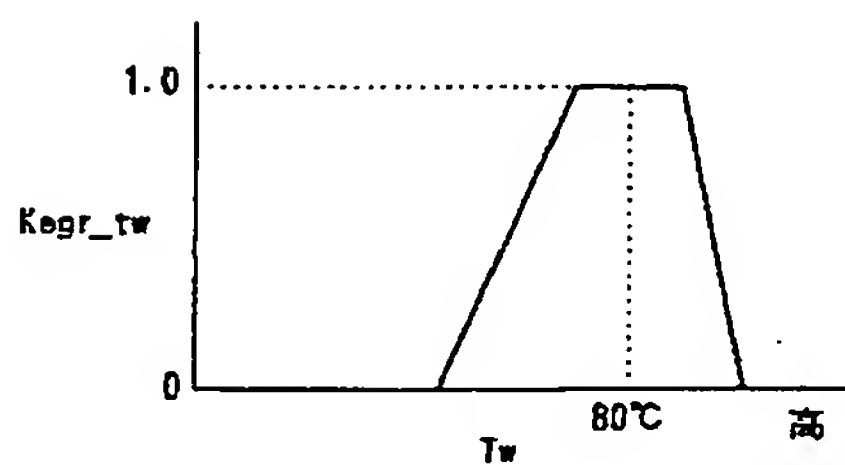
図7

図25

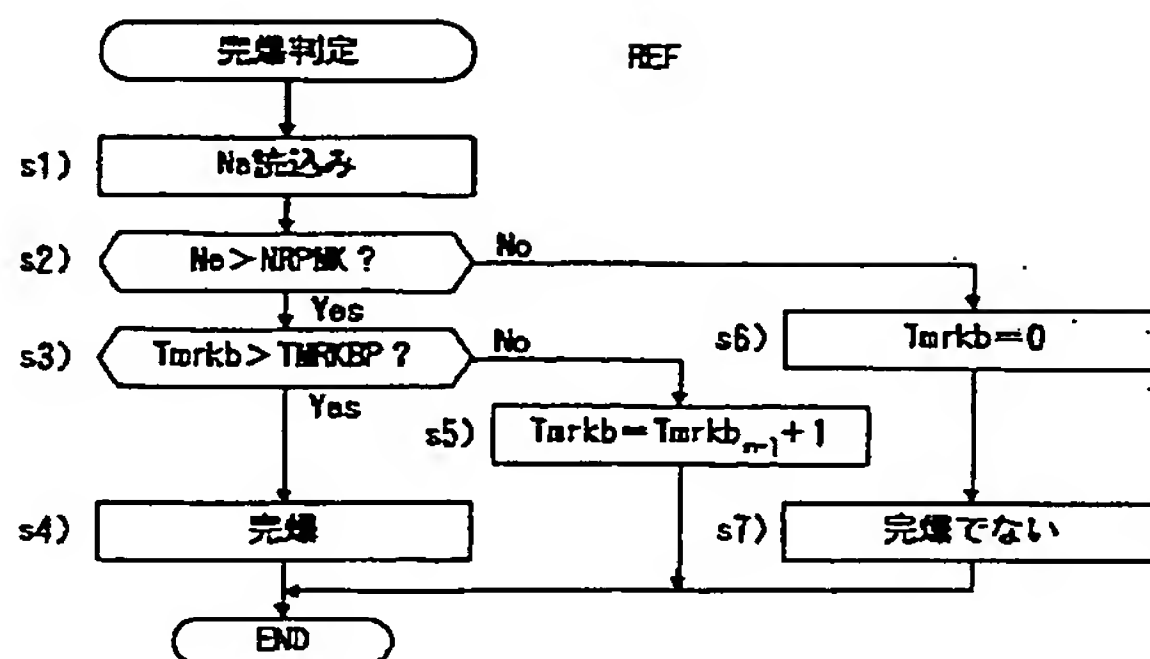
図38

図40

【図13】

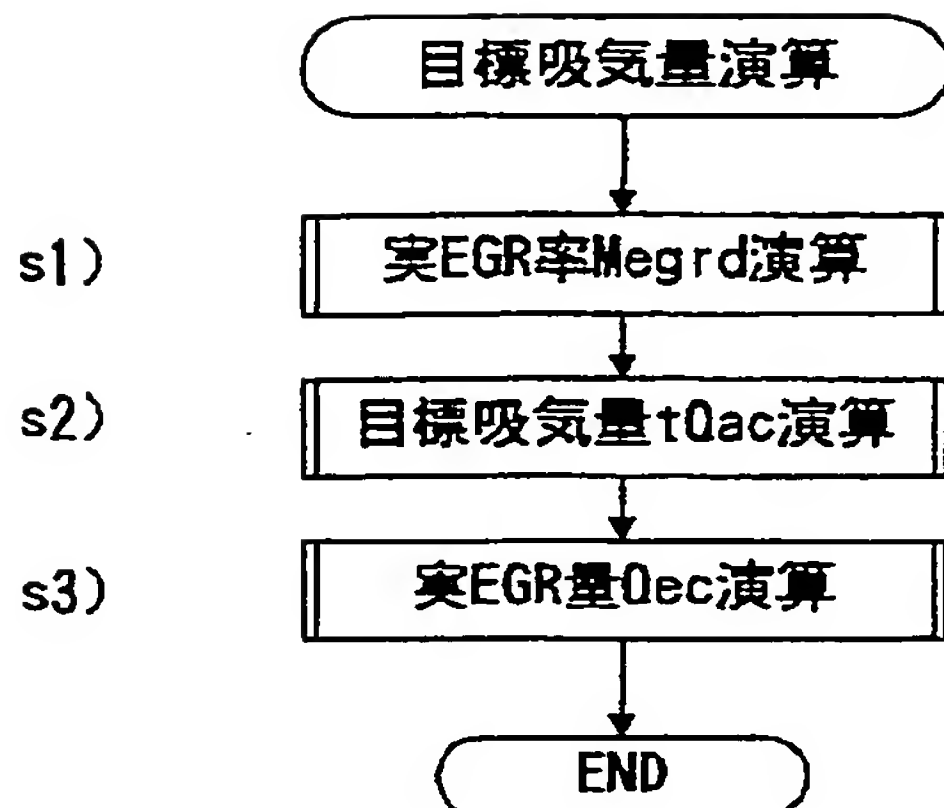


【図14】

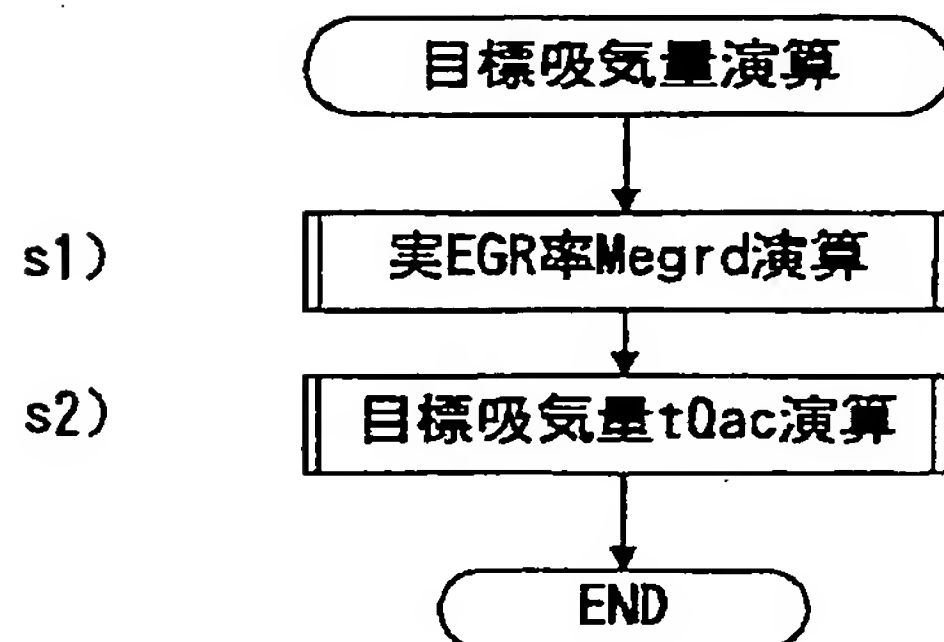




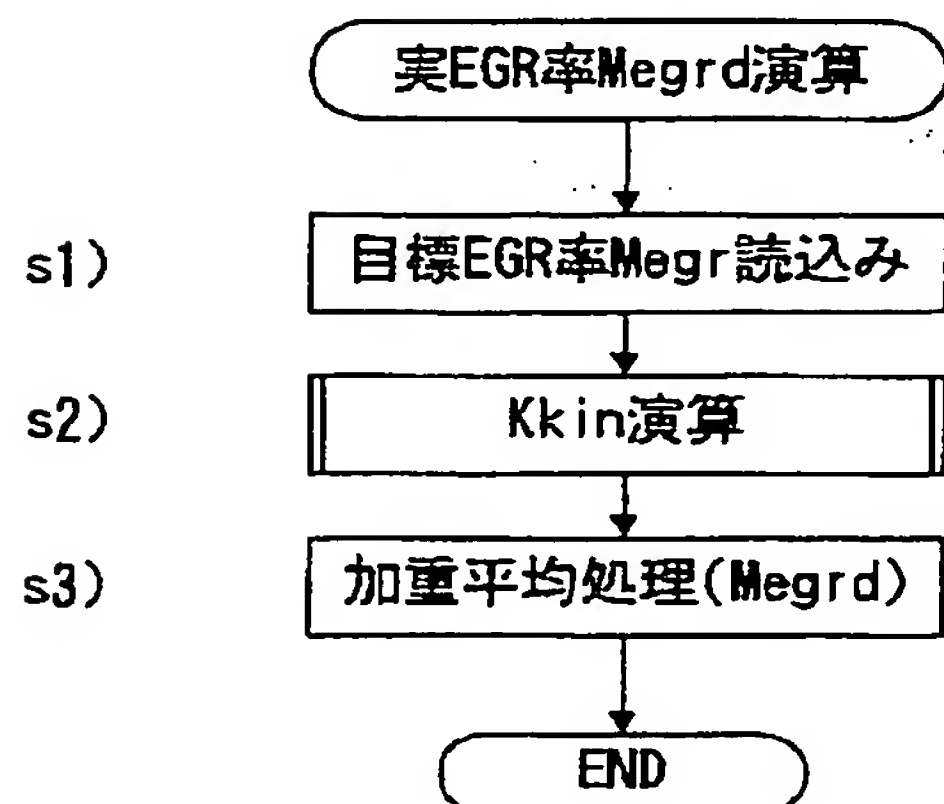
【図15】



【図16】



【図17】



$$\text{Megrd} = \text{Megr} \times \text{Kkin} \times \text{Ne} \times \text{KE2\#} + \text{Megrd}_{n-1} \times (1 - \text{Kkin} \times \text{Ne} \times \text{KE2\#})$$

【図19】

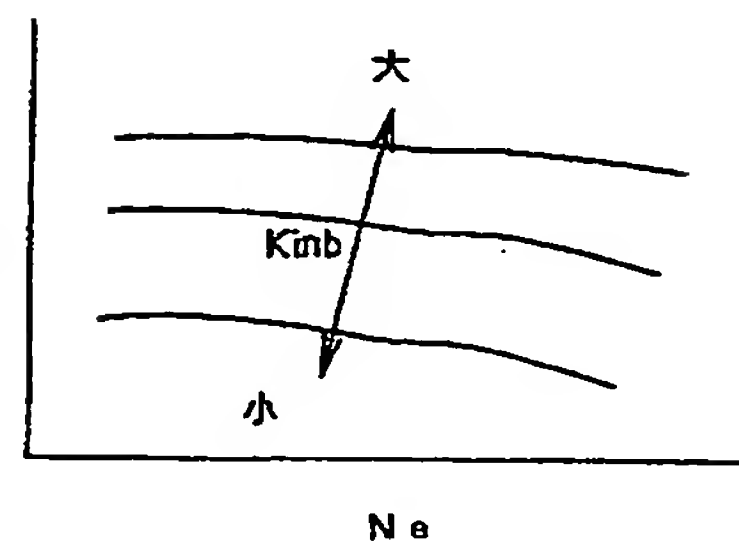
10ms JO

図17

図20

図24

体積効率相当値Kinbマップ

負荷  
(燃料噴射量)

【図21】

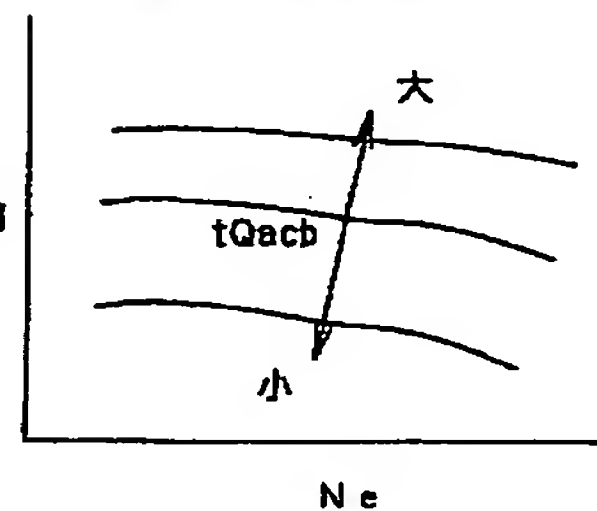
目標吸気量基本値tQacbマップ

10ms JO

図17

図20

Megrd



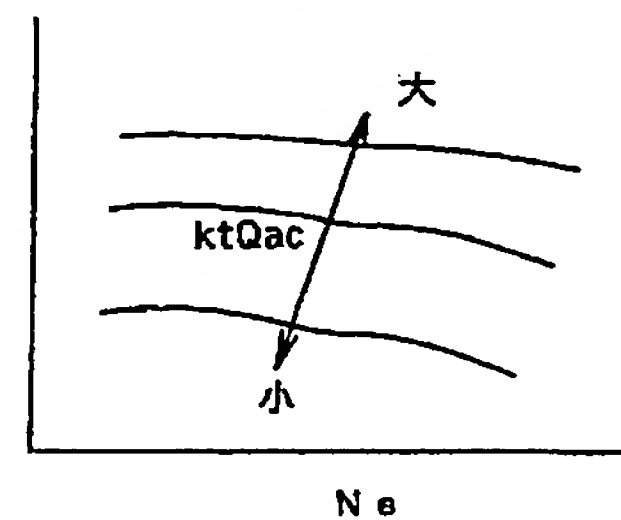
【図22】

目標吸気量補正係数ktQacマップ

10ms JOB

Qsol

Ne

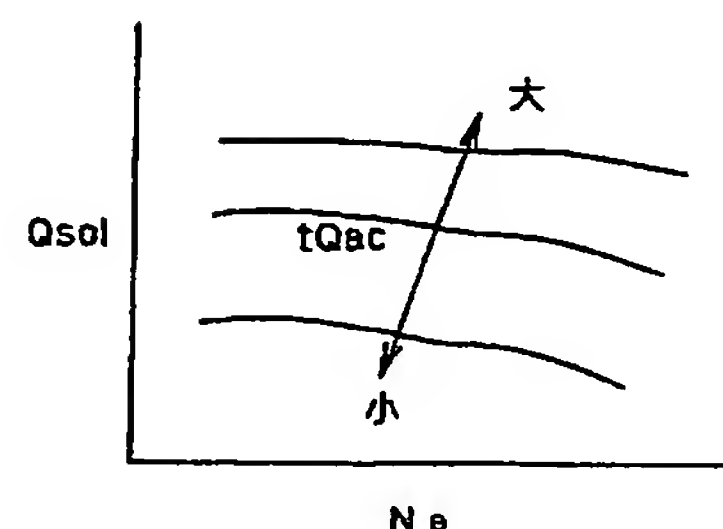


【図23】

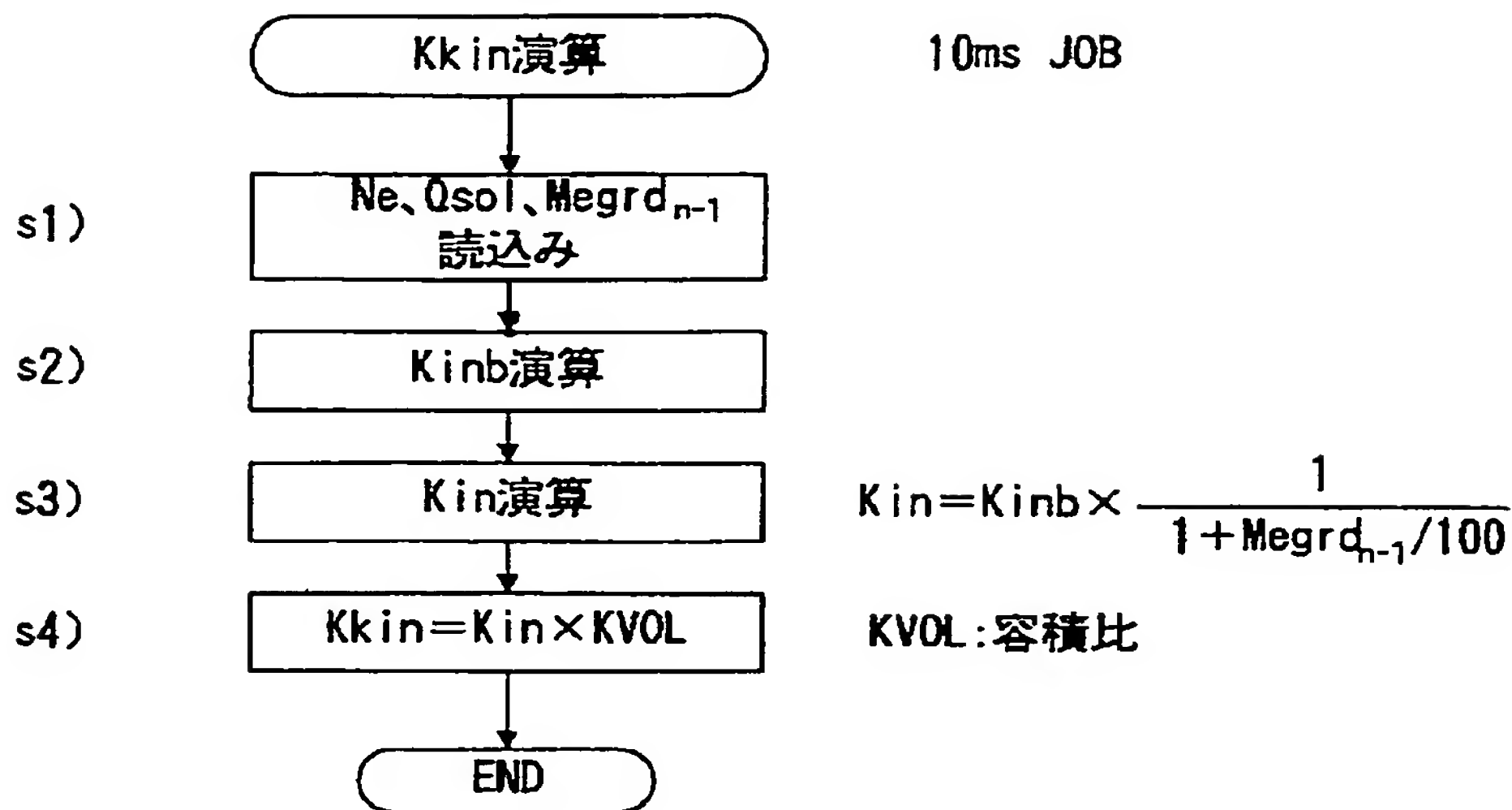
目標吸気量マップ

Qsol

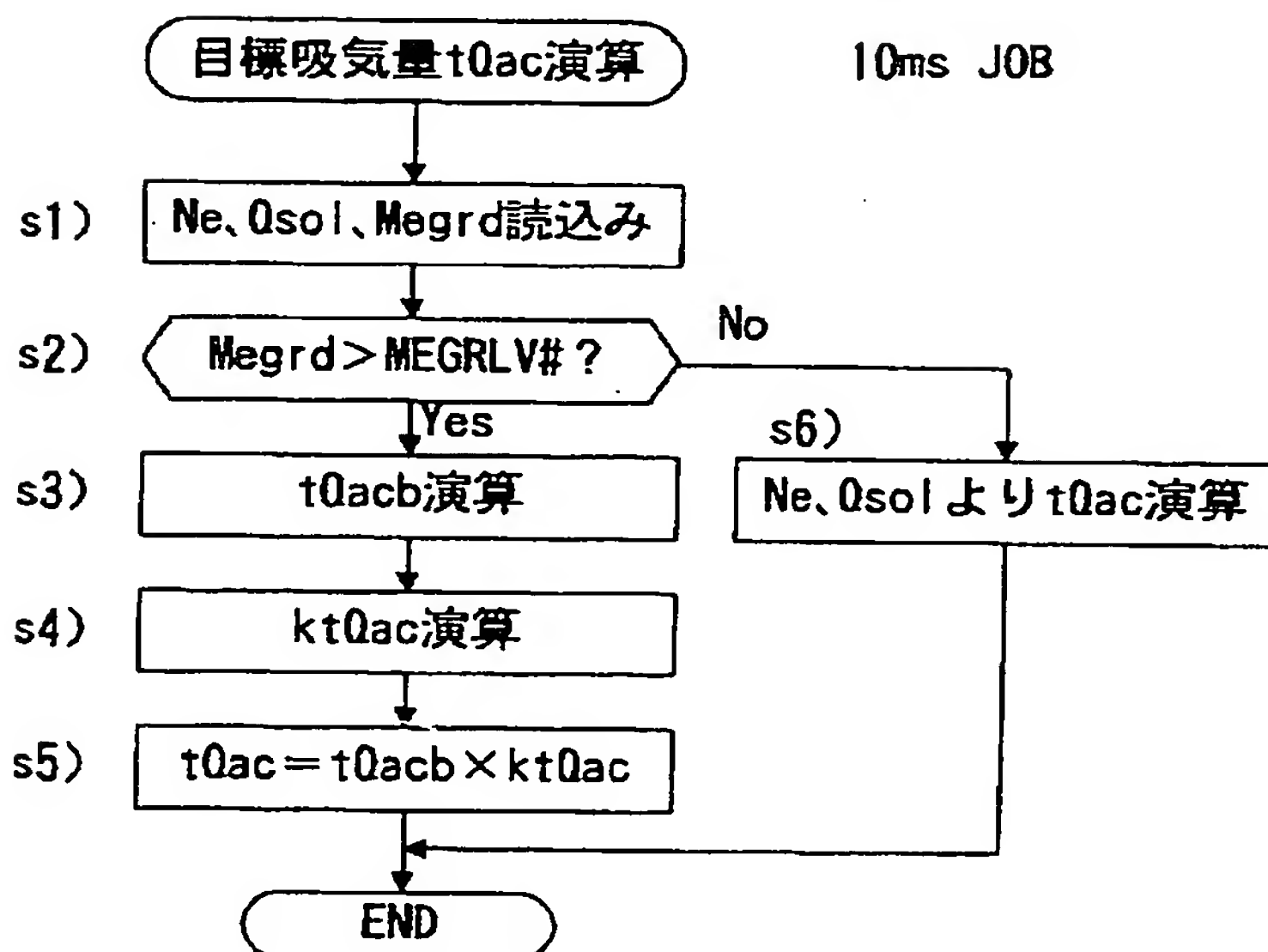
Ne



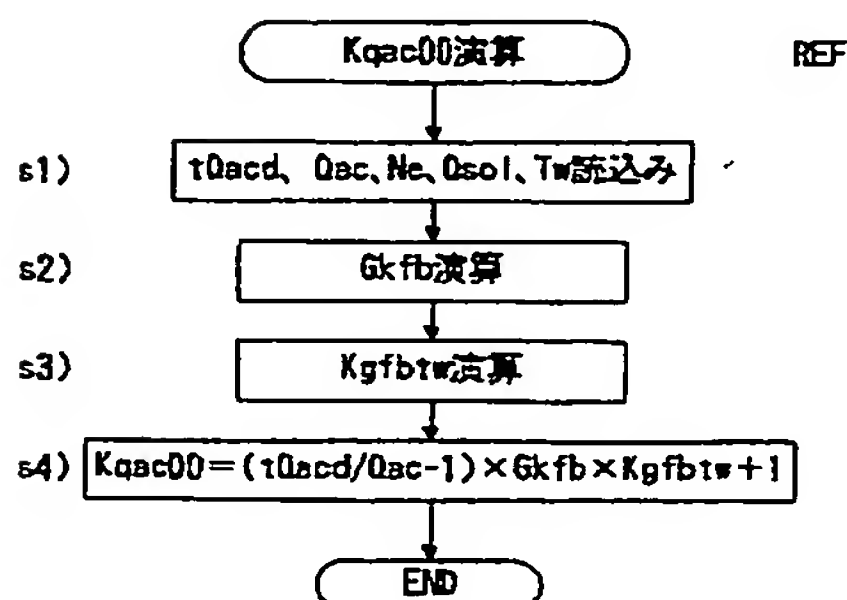
【図18】



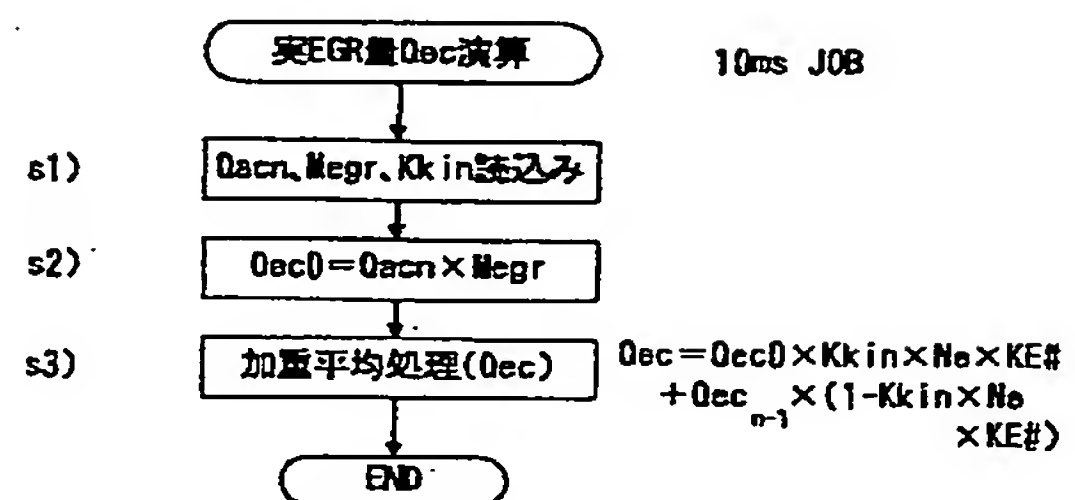
【図20】



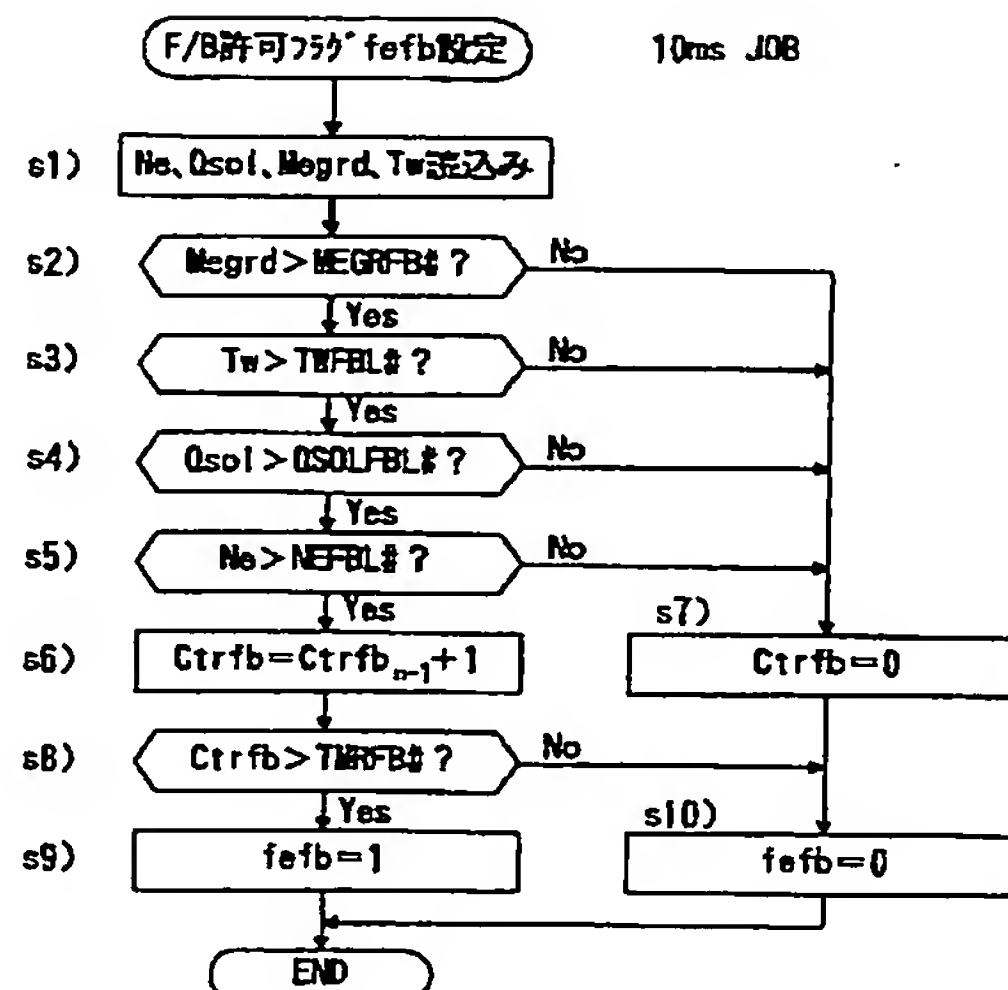
【図29】



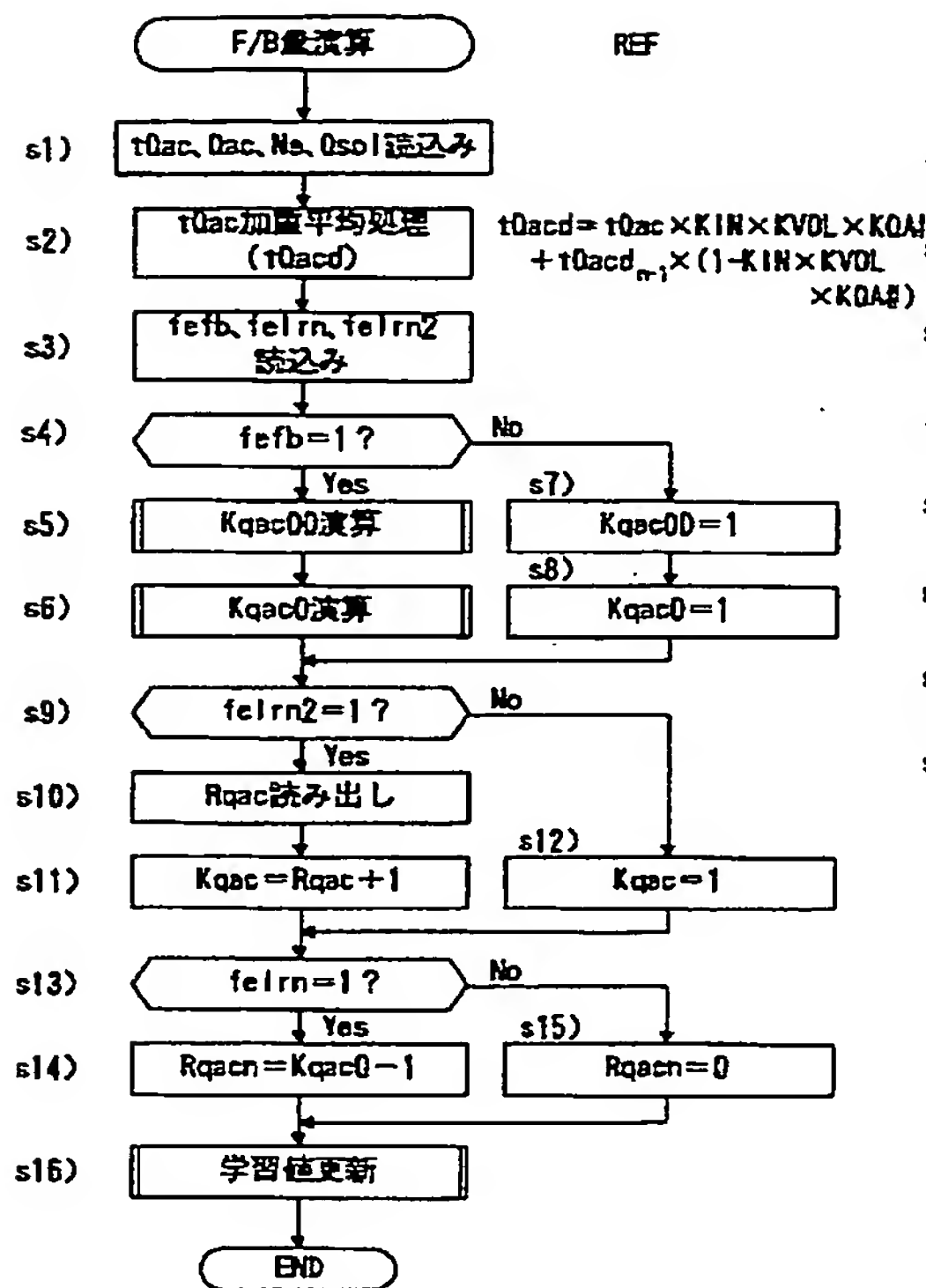
【図24】



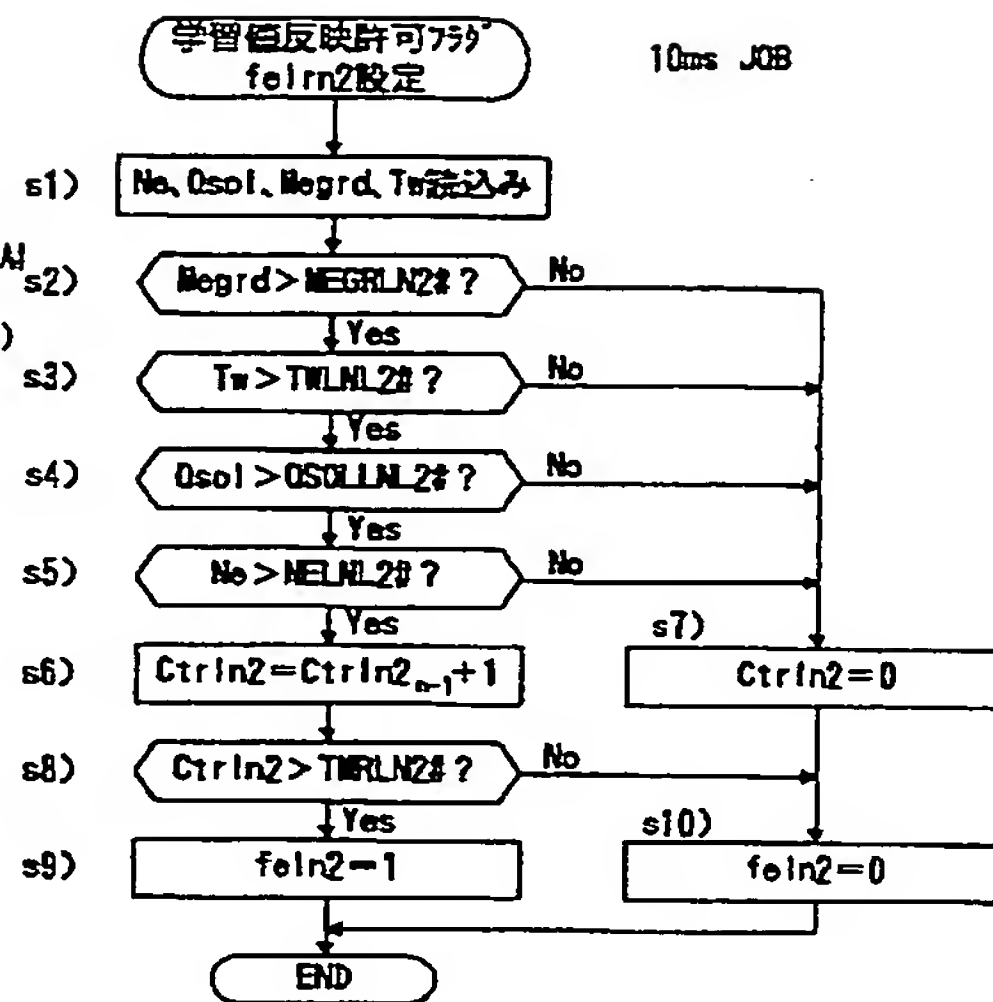
【図26】



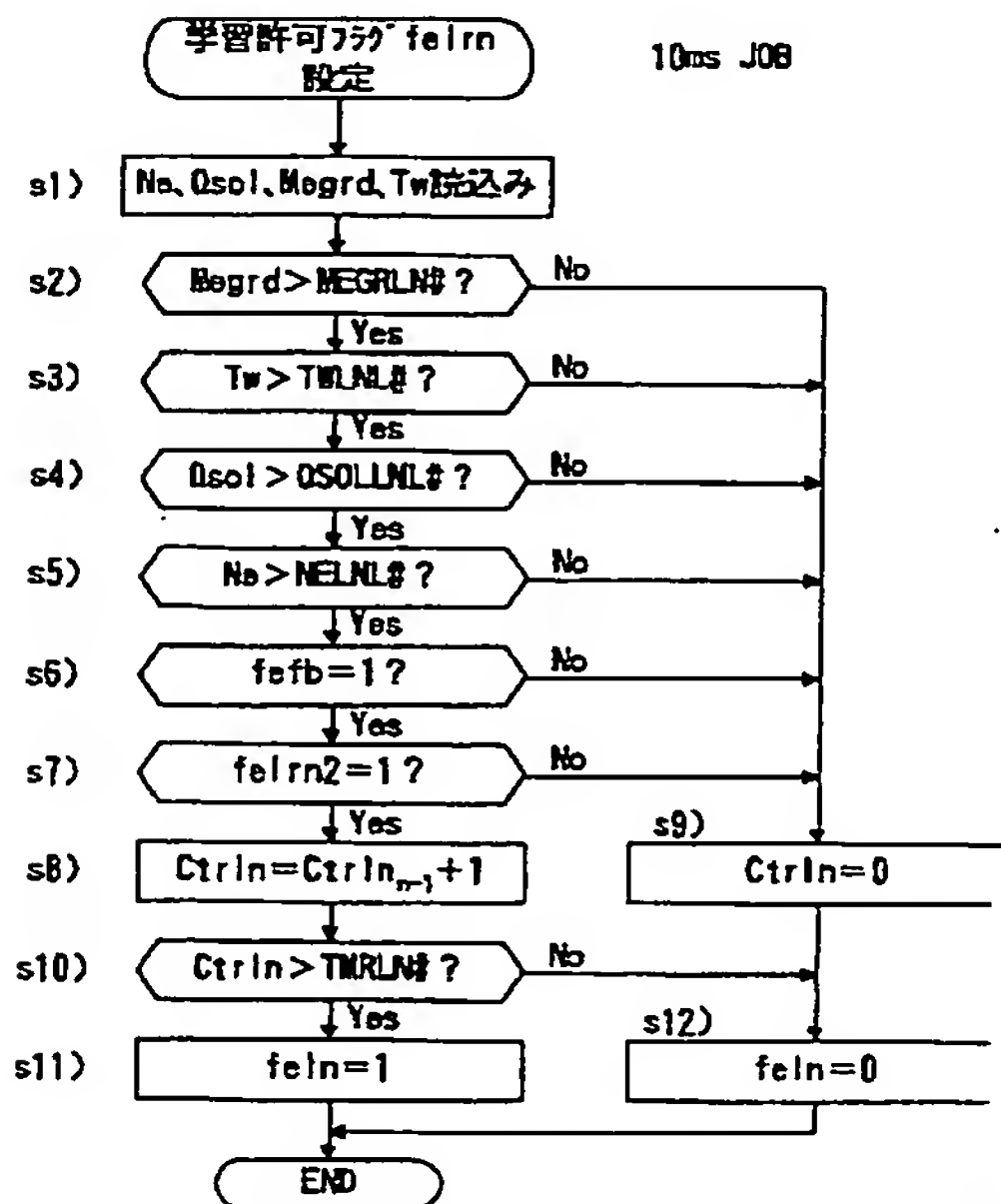
【図25】



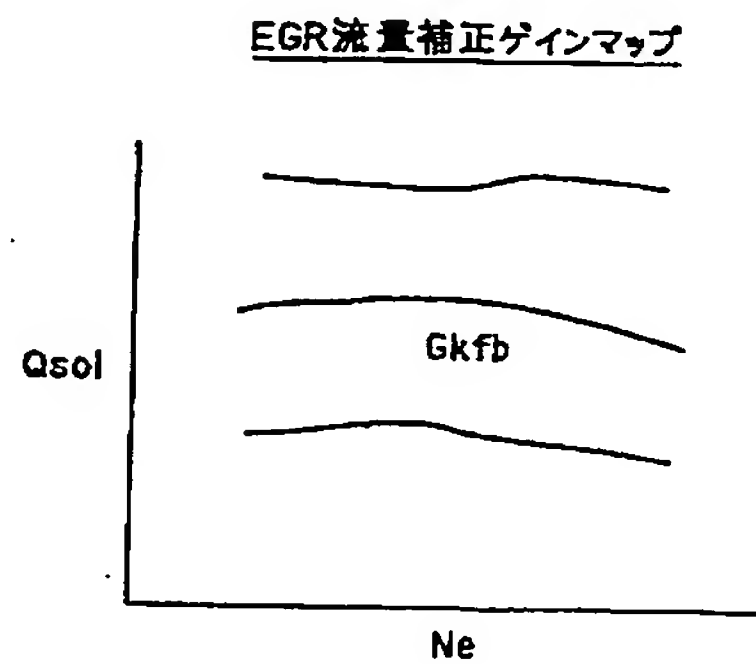
【図27】



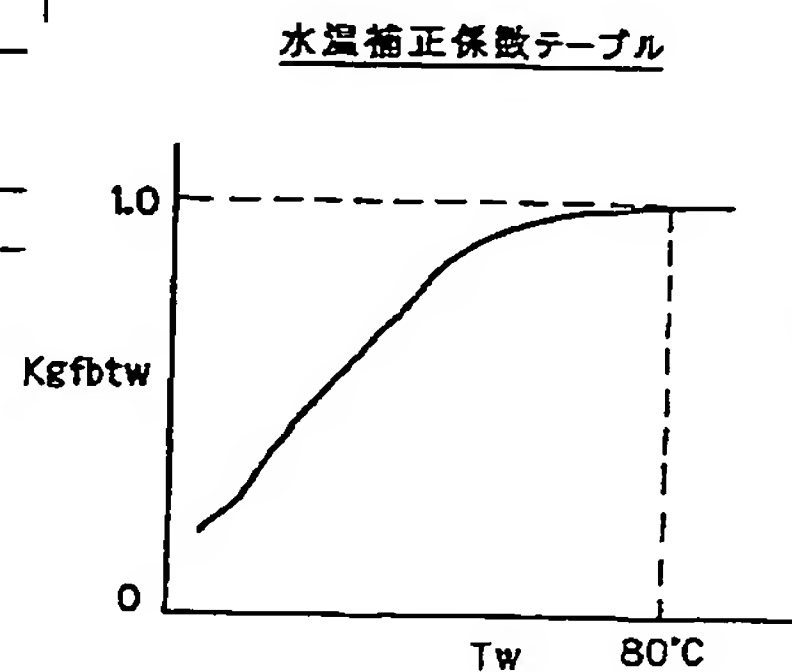
【図28】



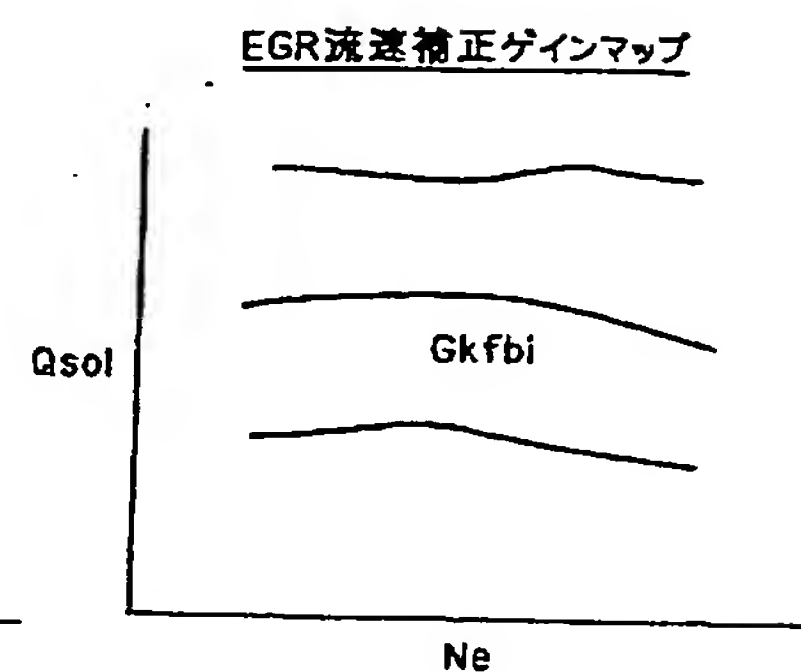
【図30】



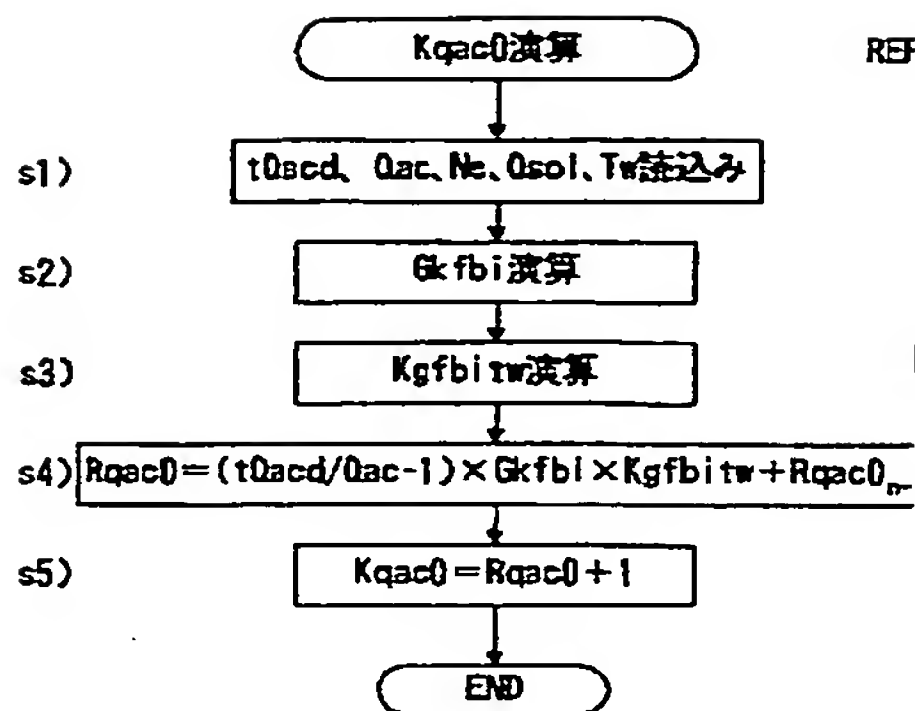
【図31】



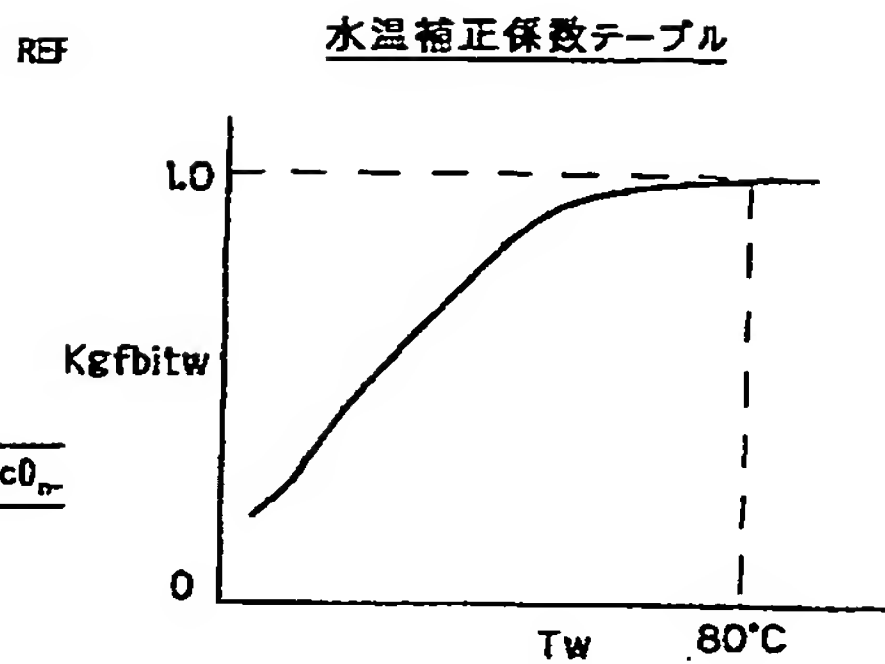
【図33】



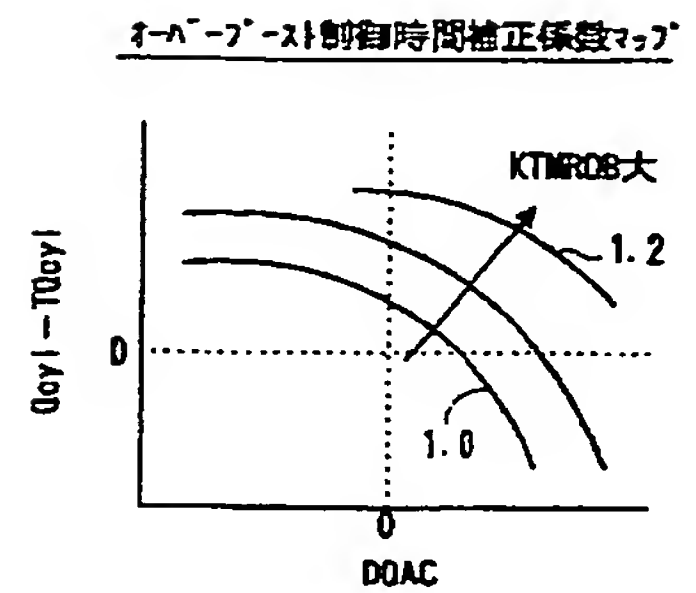
【図32】



【図34】



【図50】



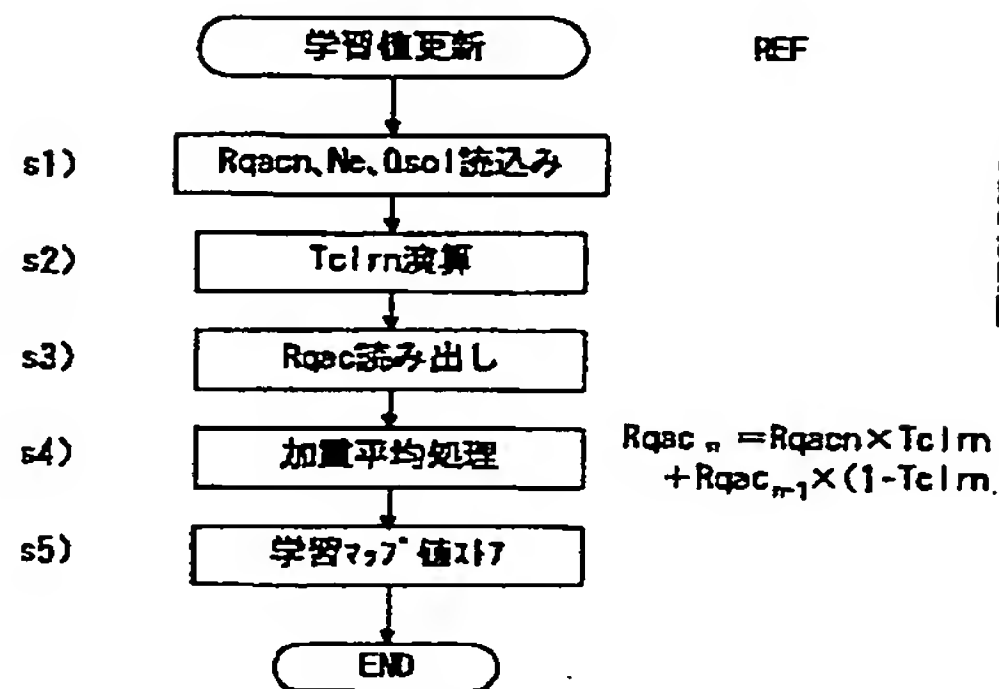
【図35】

Figure 35: 学習マップ (Learning Map)

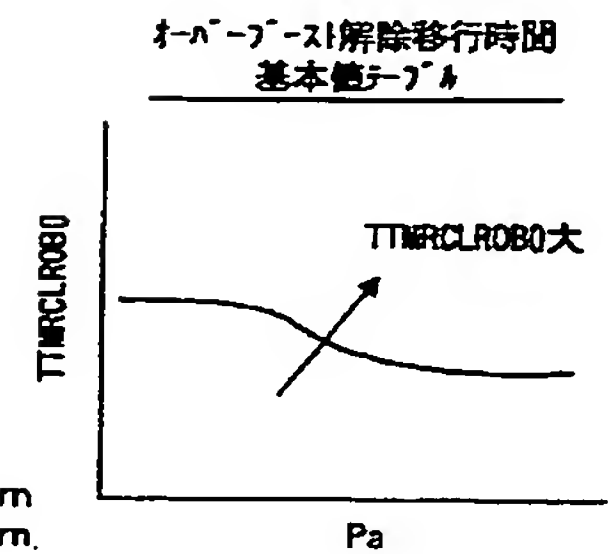
Rqac14	...	...	Rqac44
...	...	...	...
...	...	...	...
Rqac11	...	...	Rqac41

Y-axis: 燃料噴射量 Qsol  
X-axis: Ne

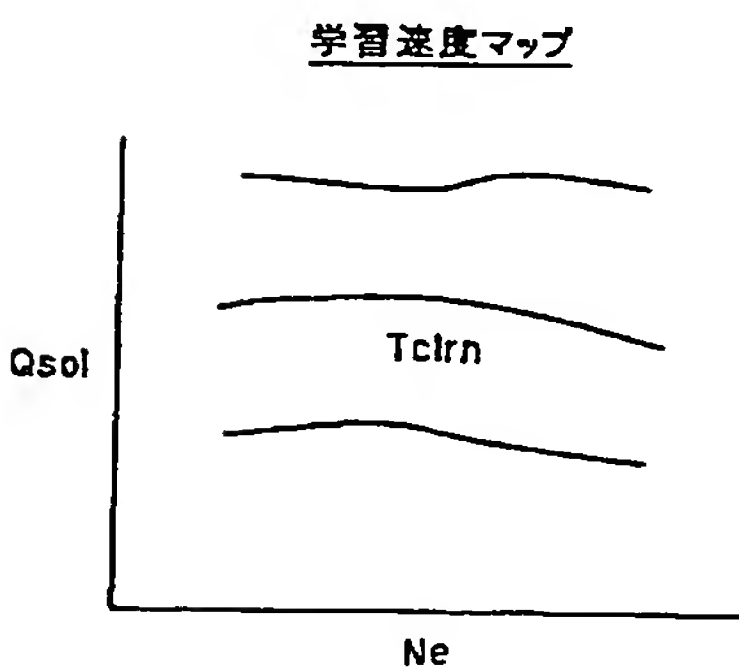
【図36】



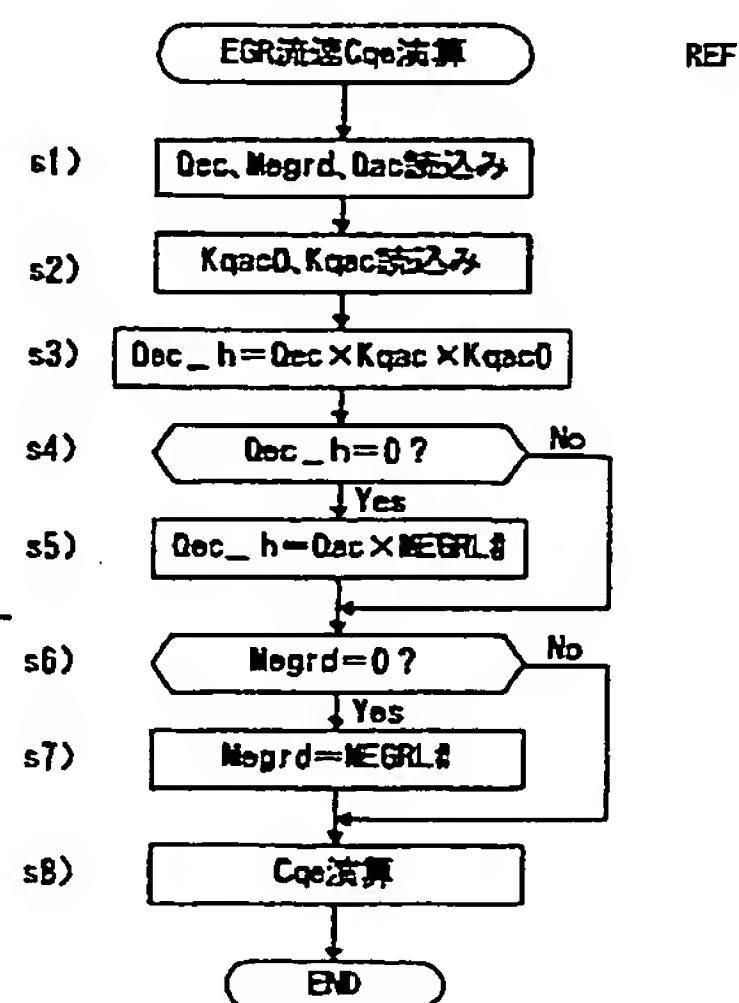
【図52】



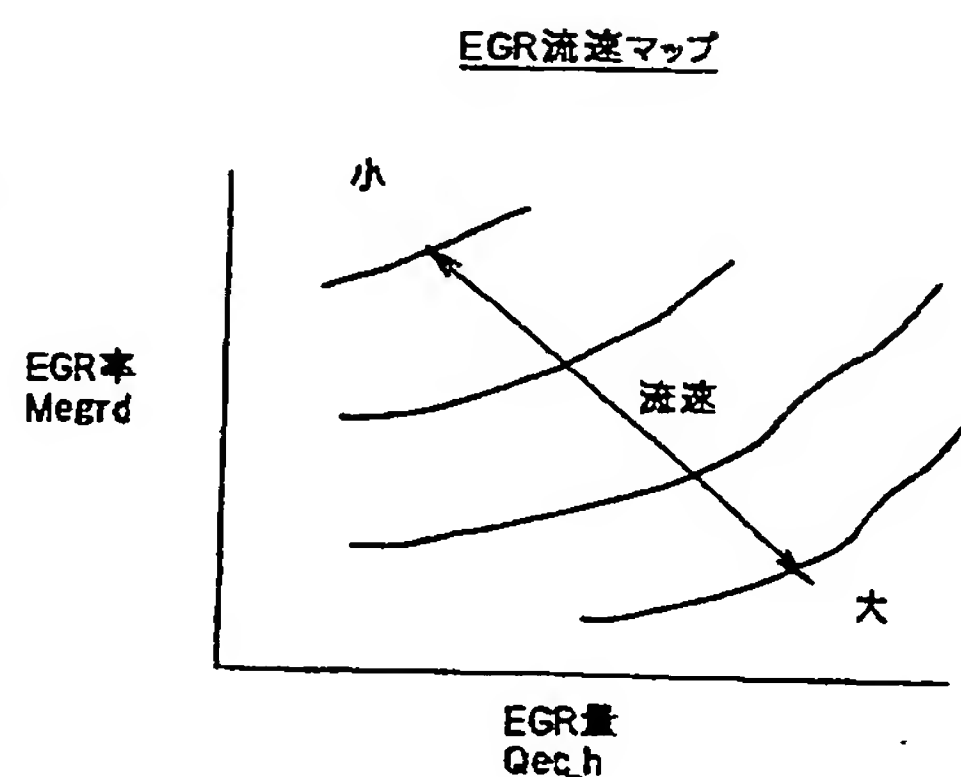
【図37】



【図38】

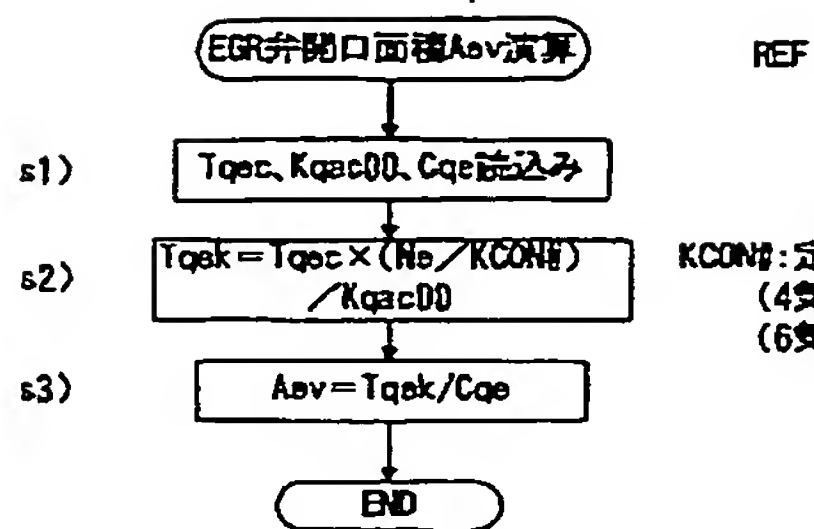


【図39】

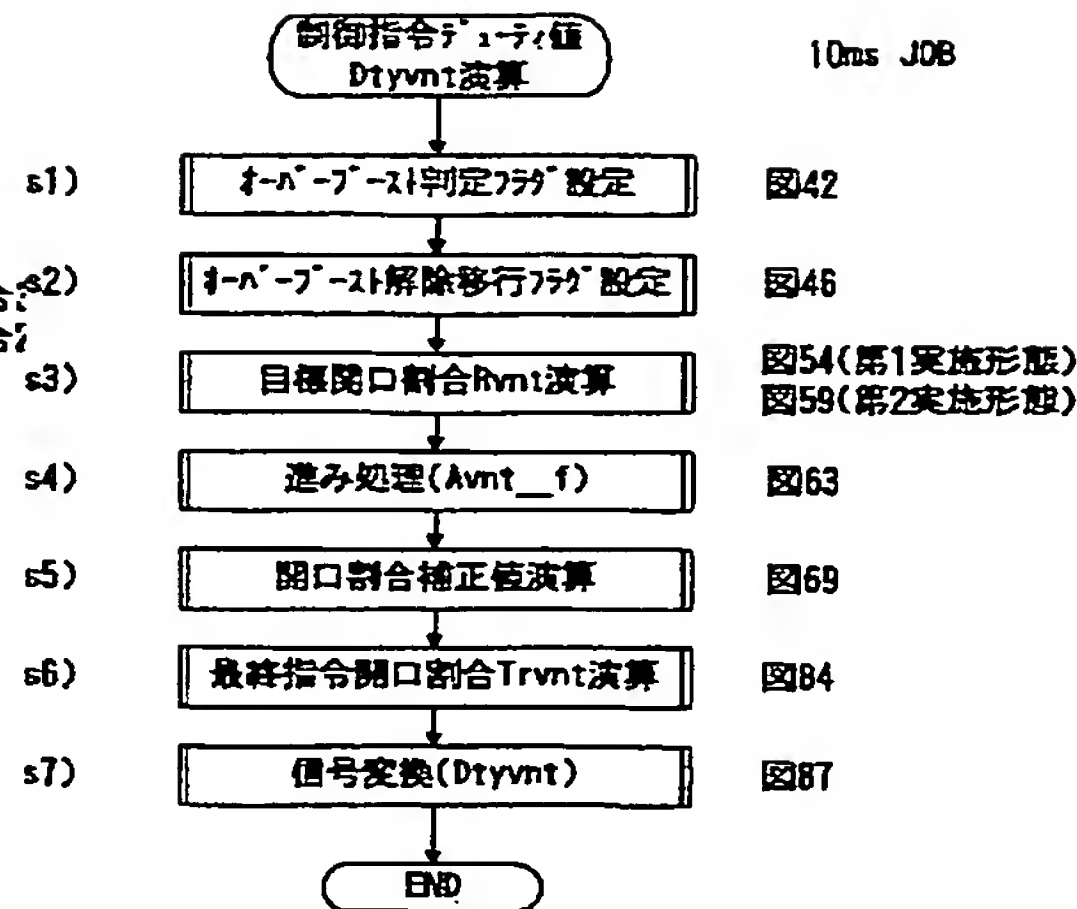




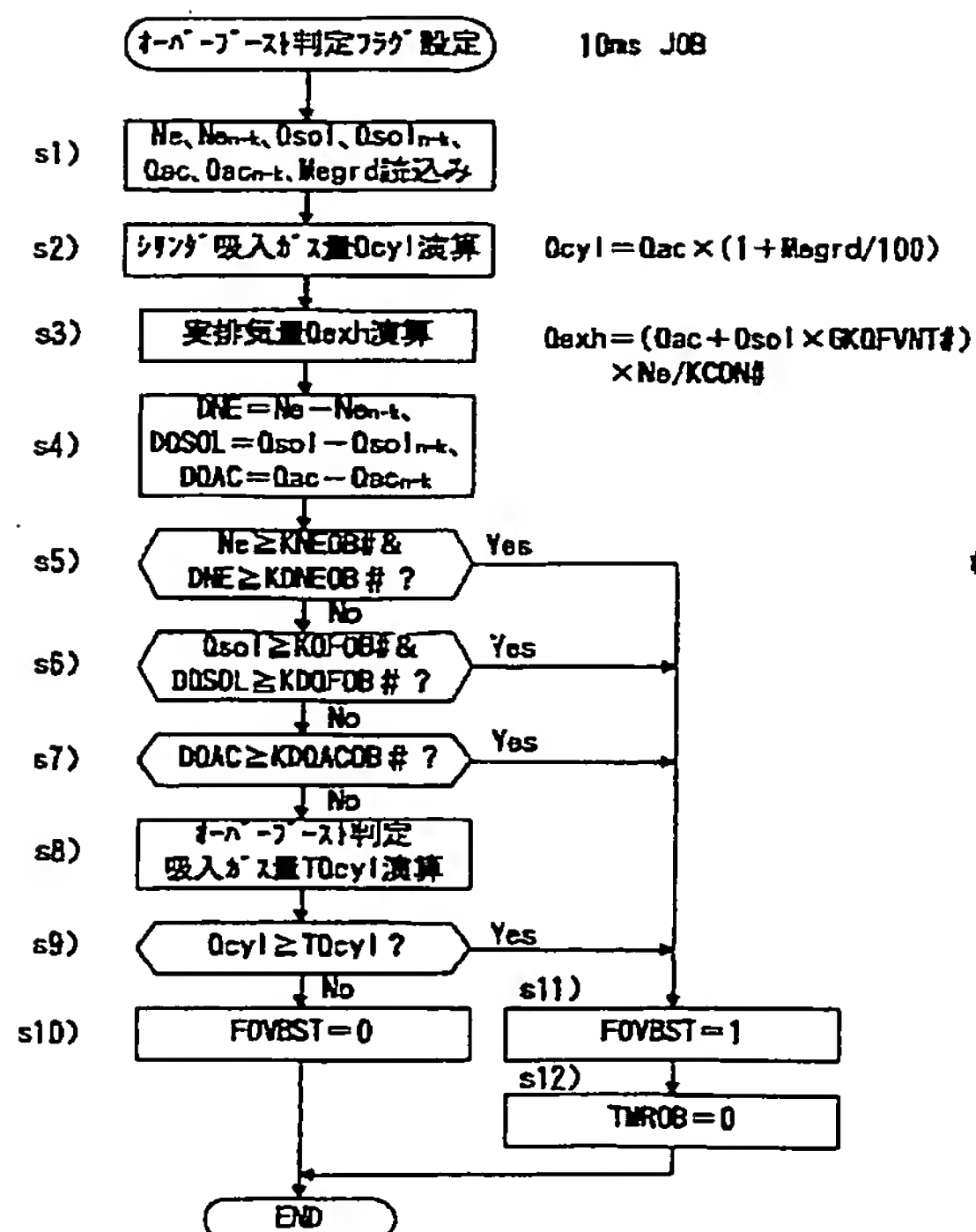
【図40】



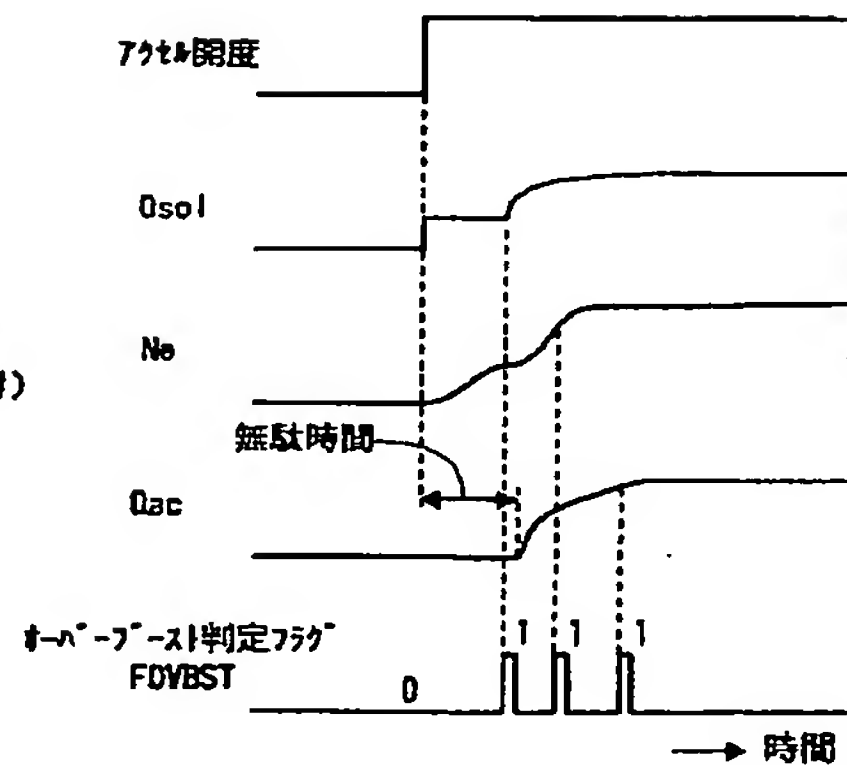
【図41】



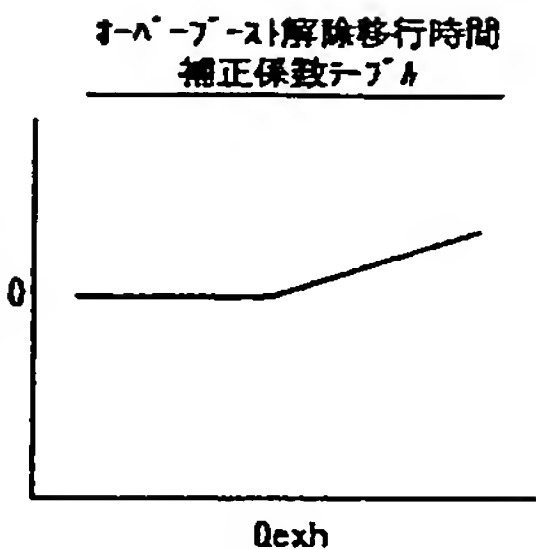
【図42】



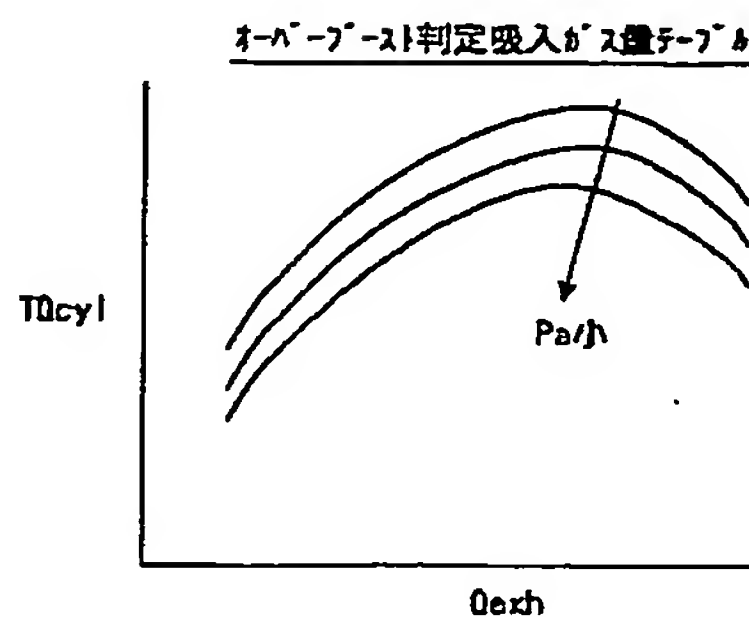
【図43】



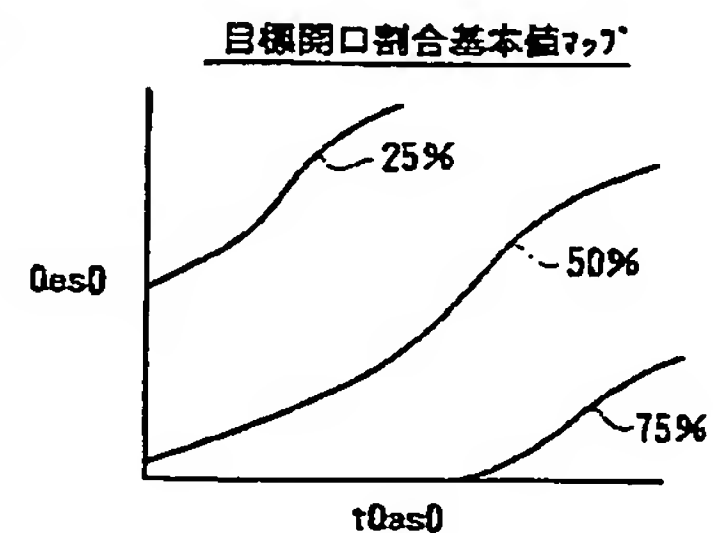
【図53】



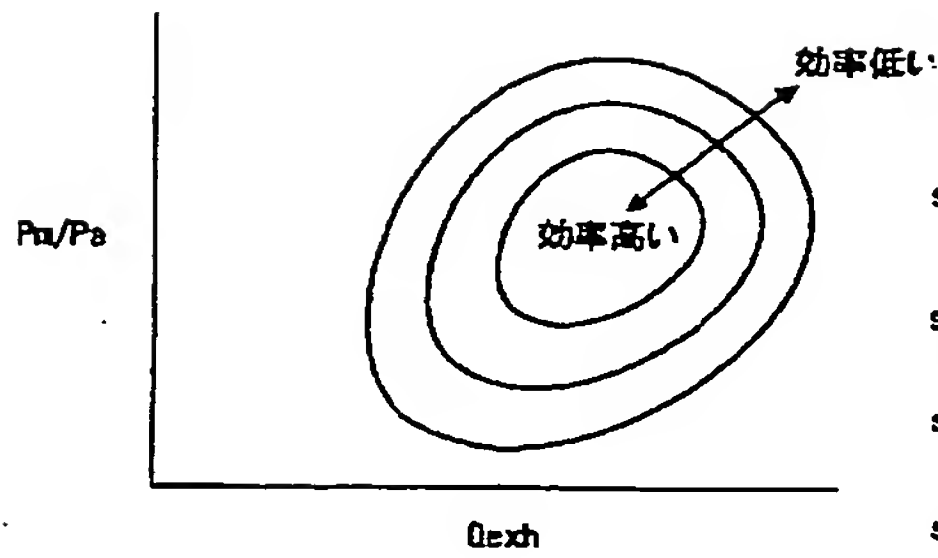
【図44】



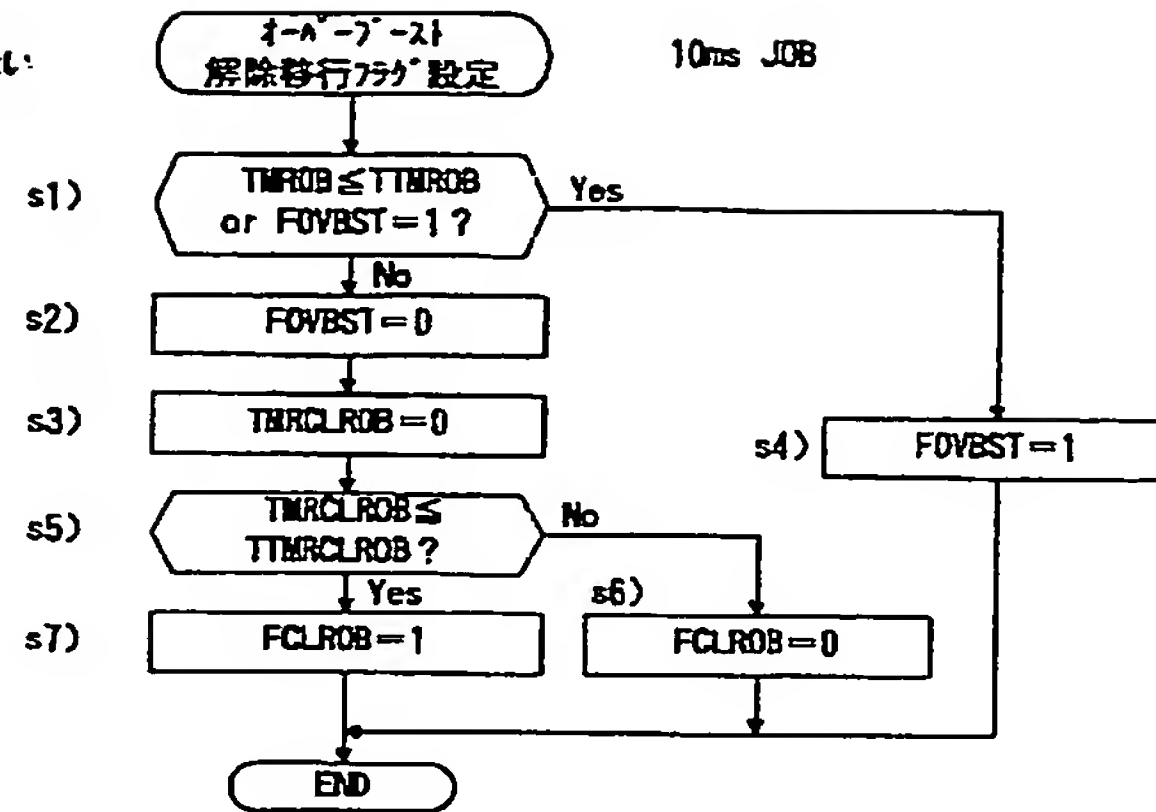
【図55】



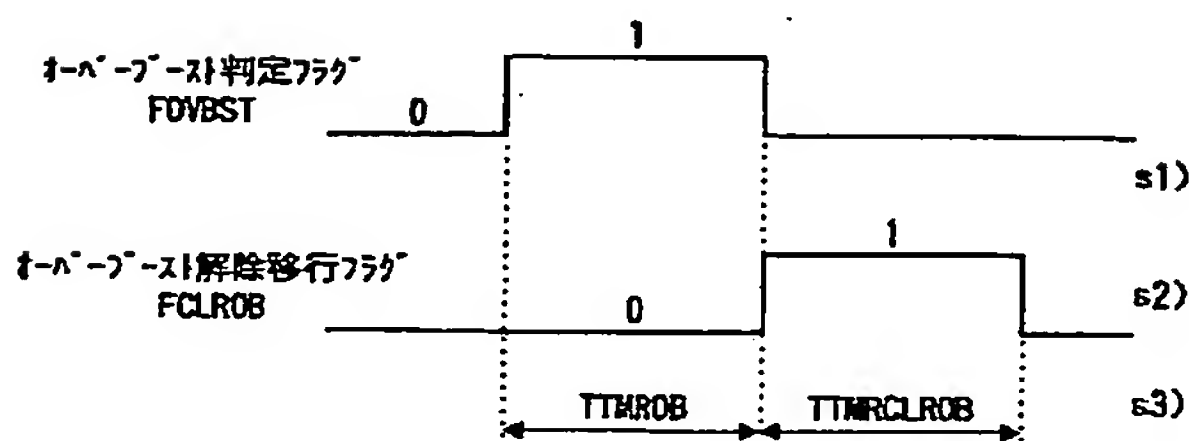
【図45】



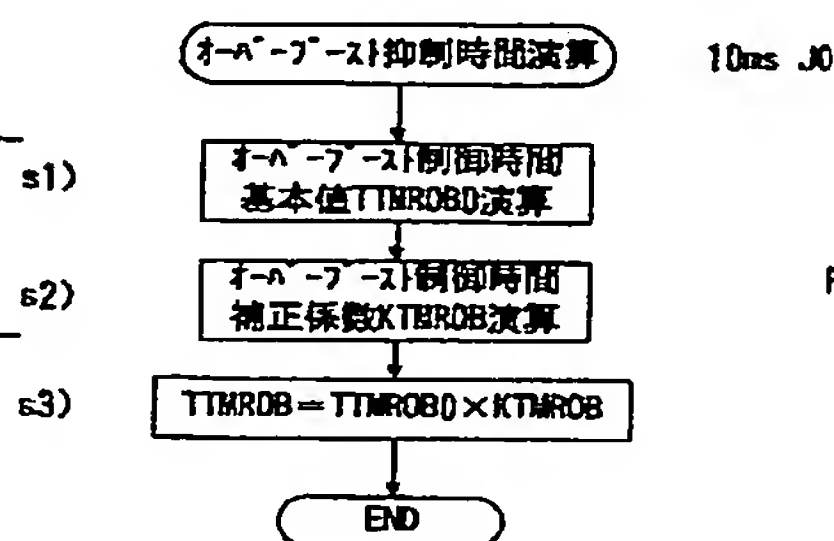
【図46】



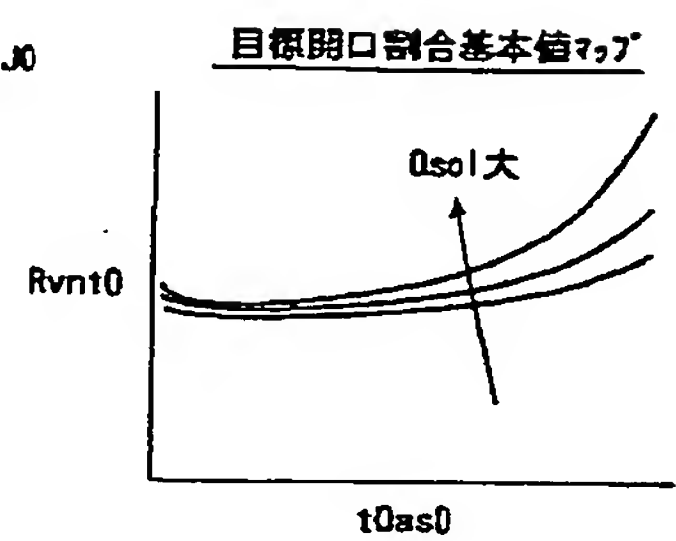
【図47】



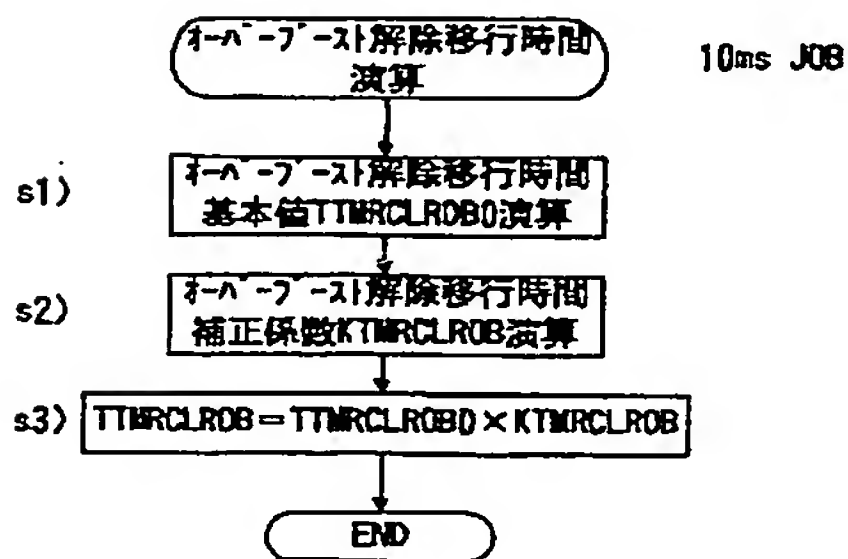
【図48】



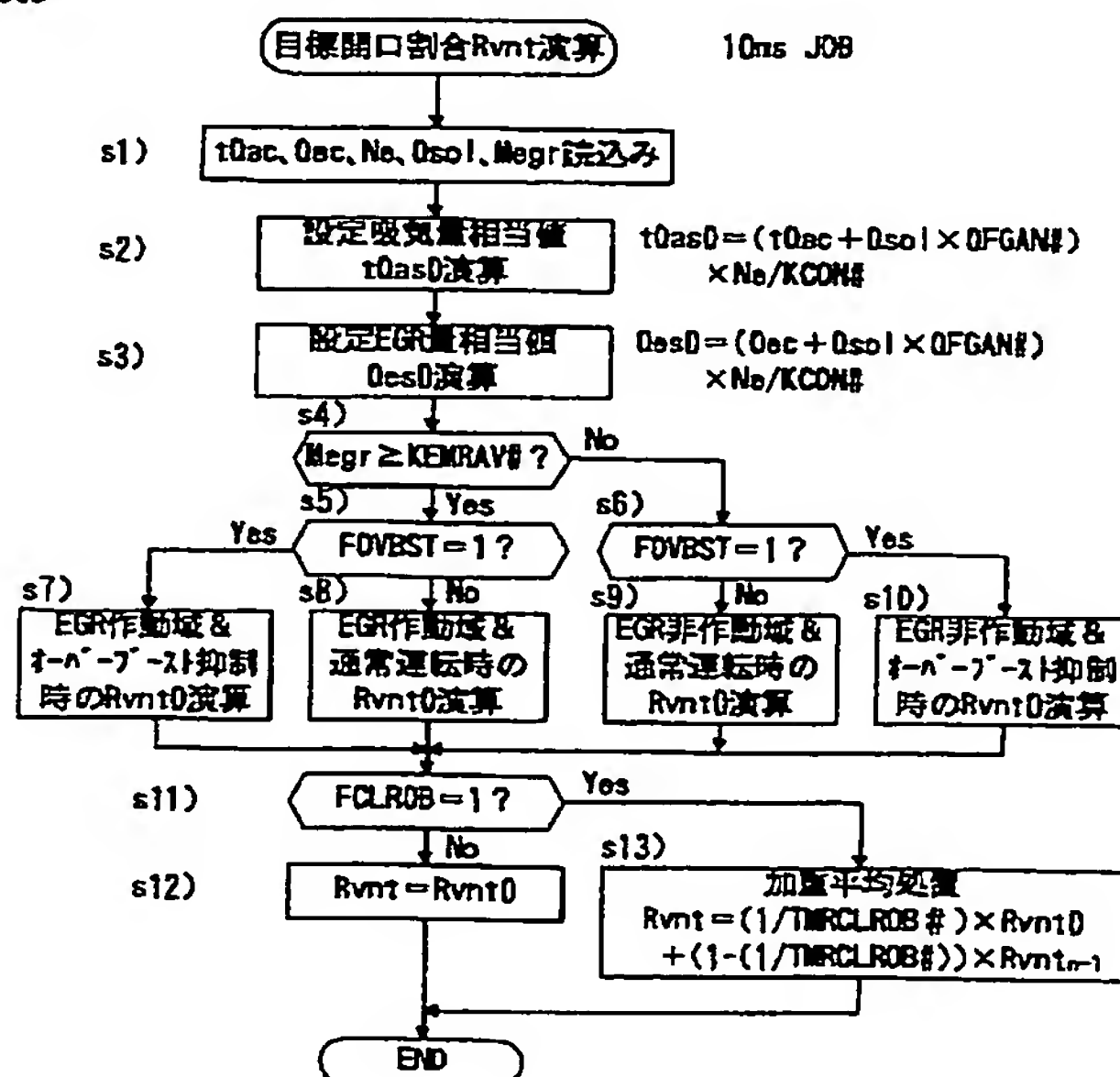
【図57】



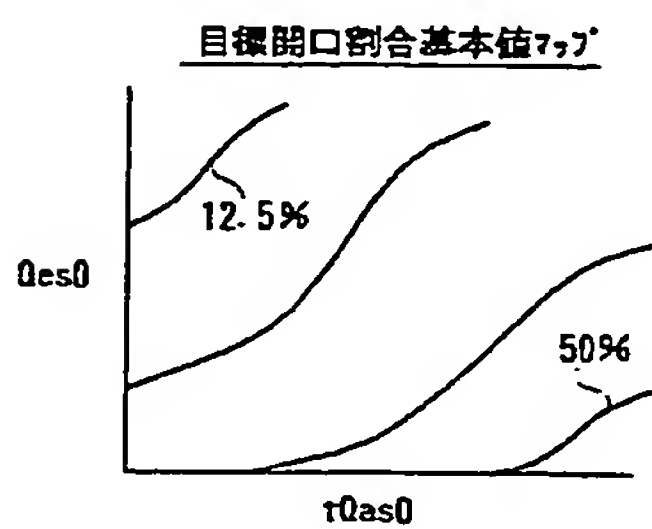
【図51】



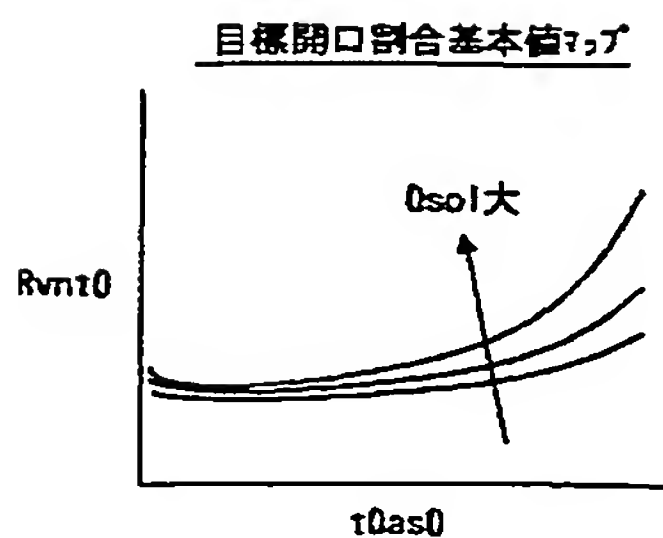
【図54】



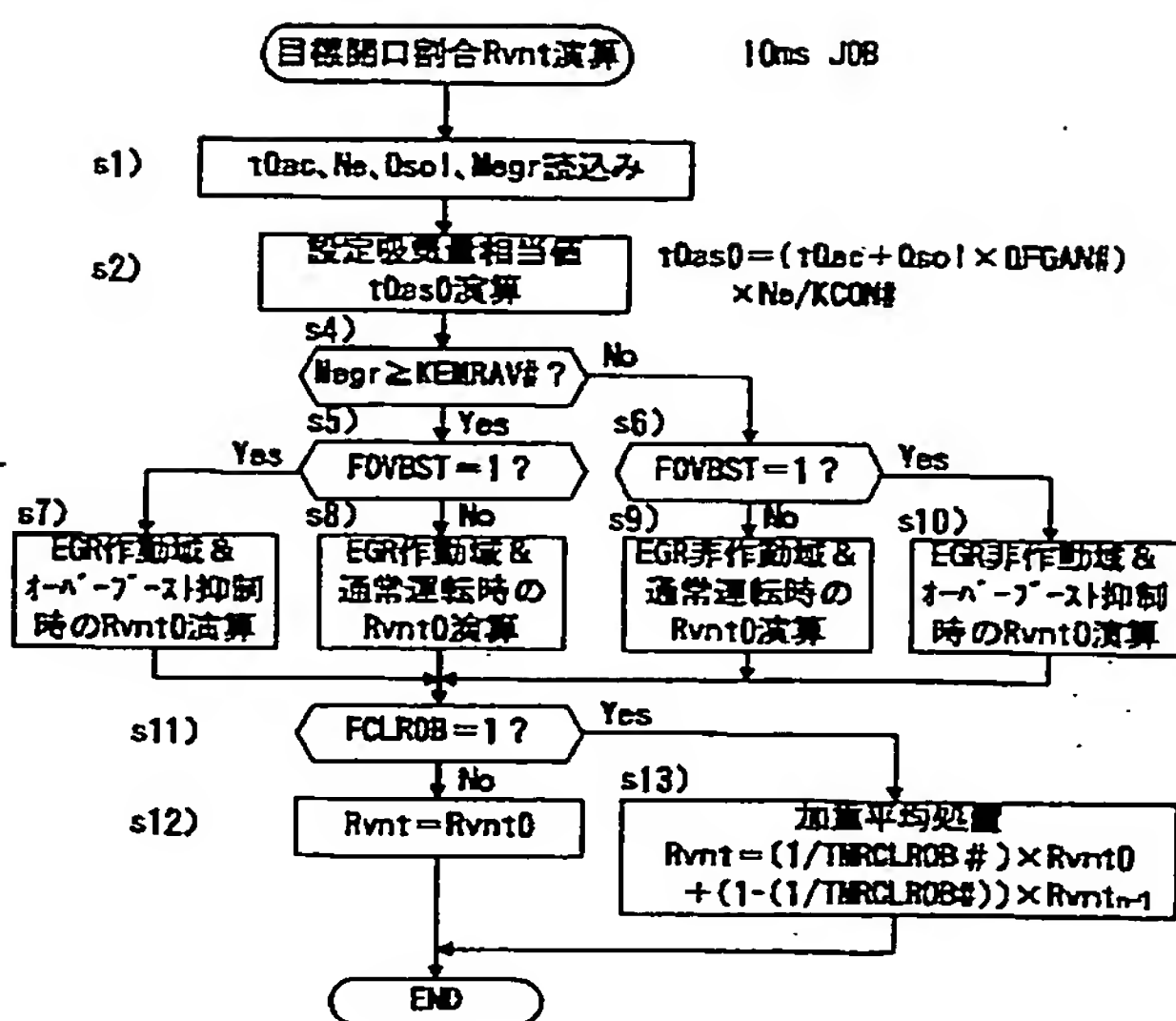
【図56】



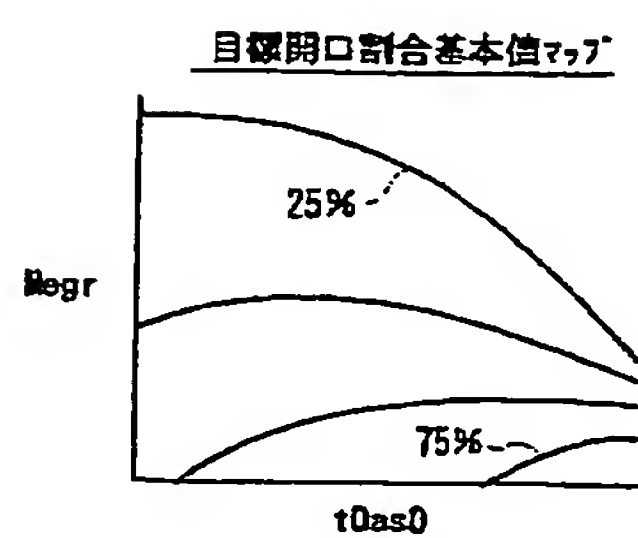
【図58】



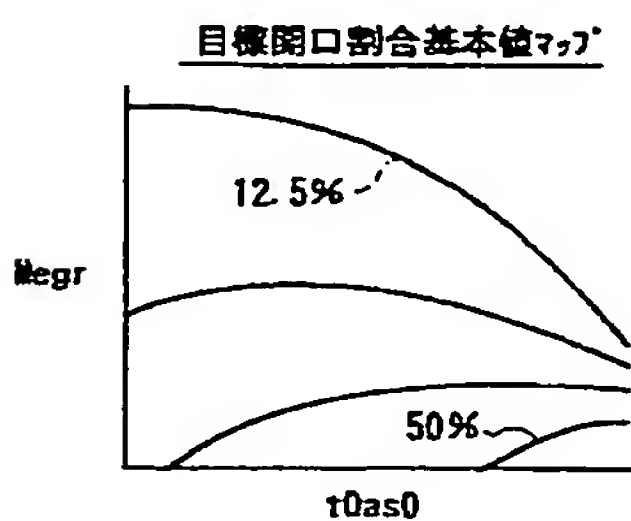
【図59】



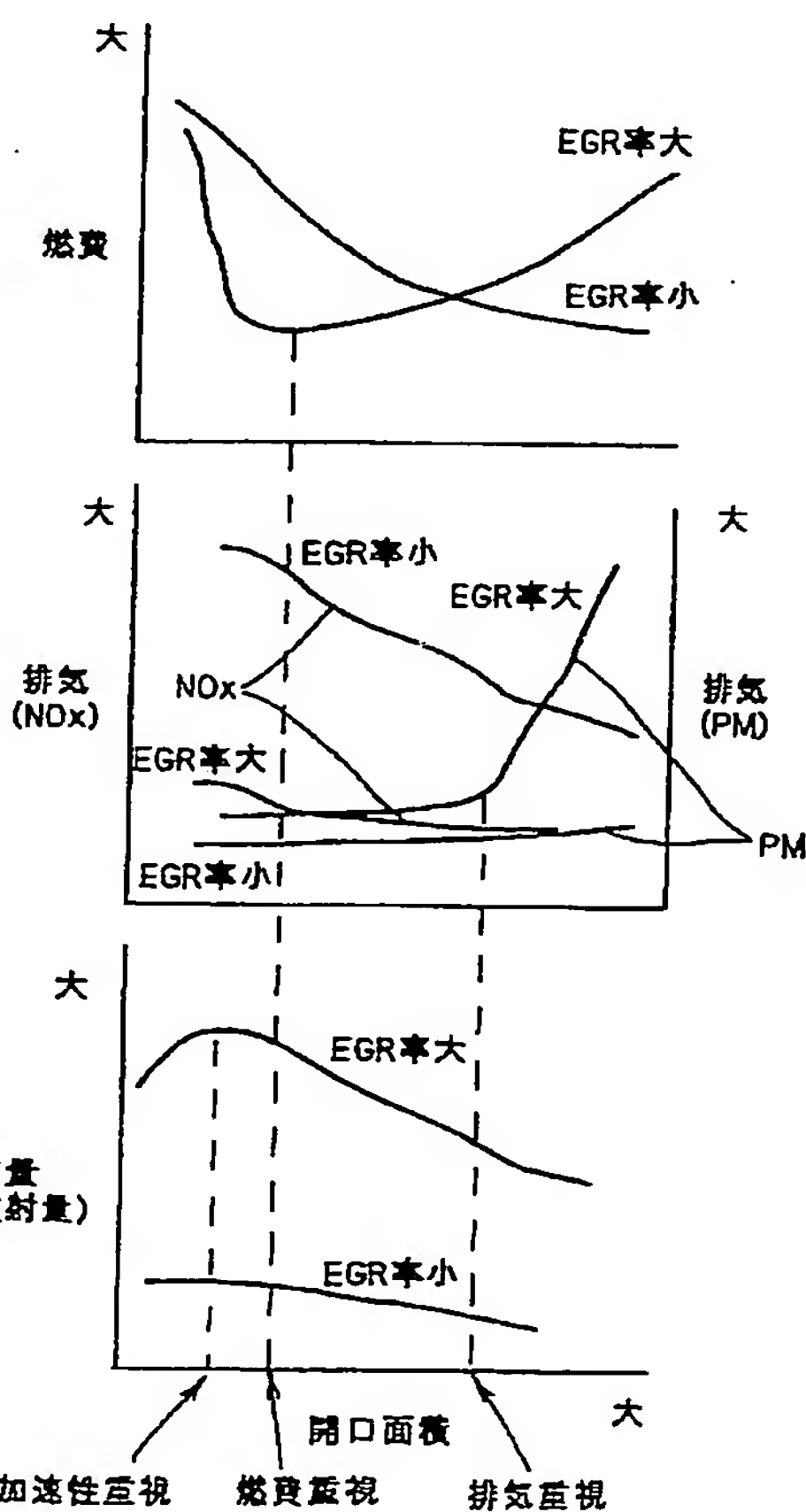
【図60】



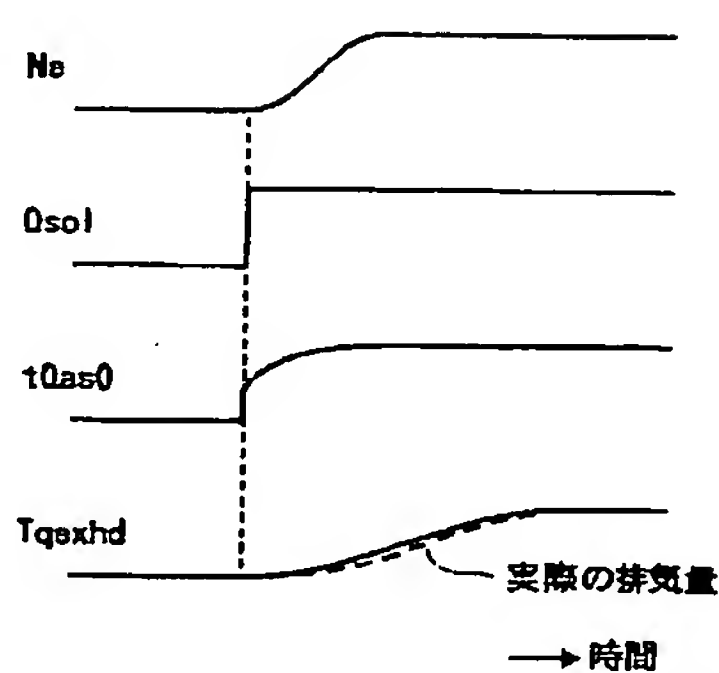
【図61】



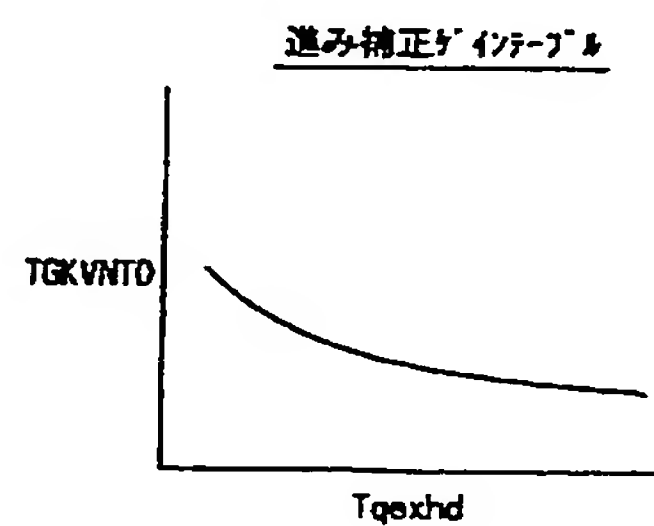
【図62】



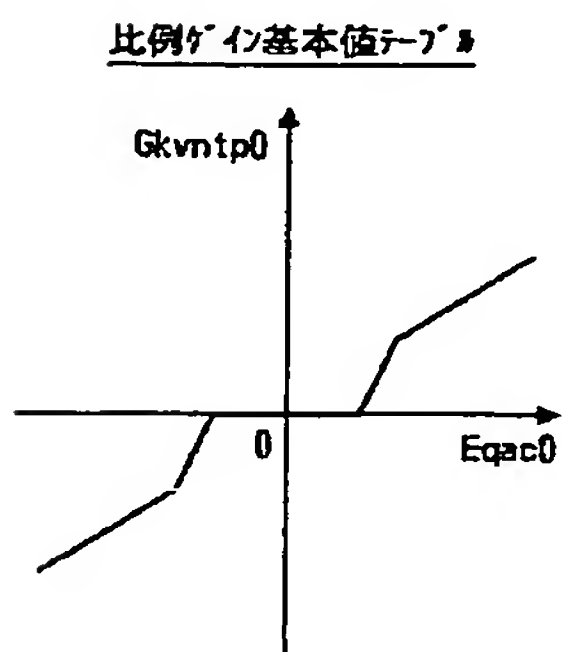
【図64】



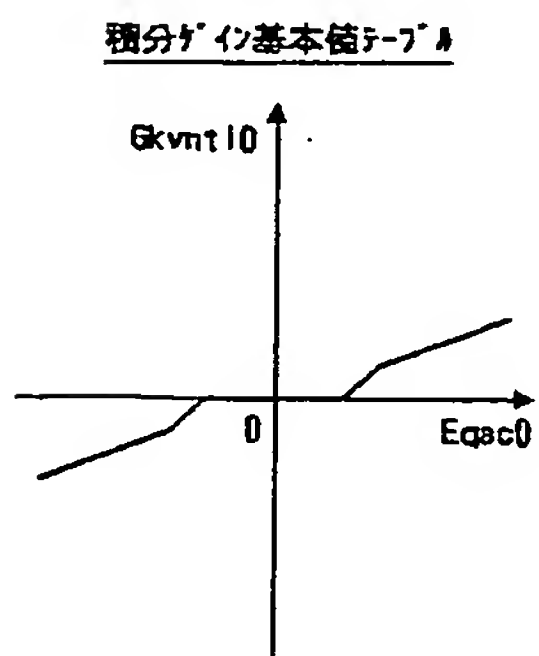
【図65】



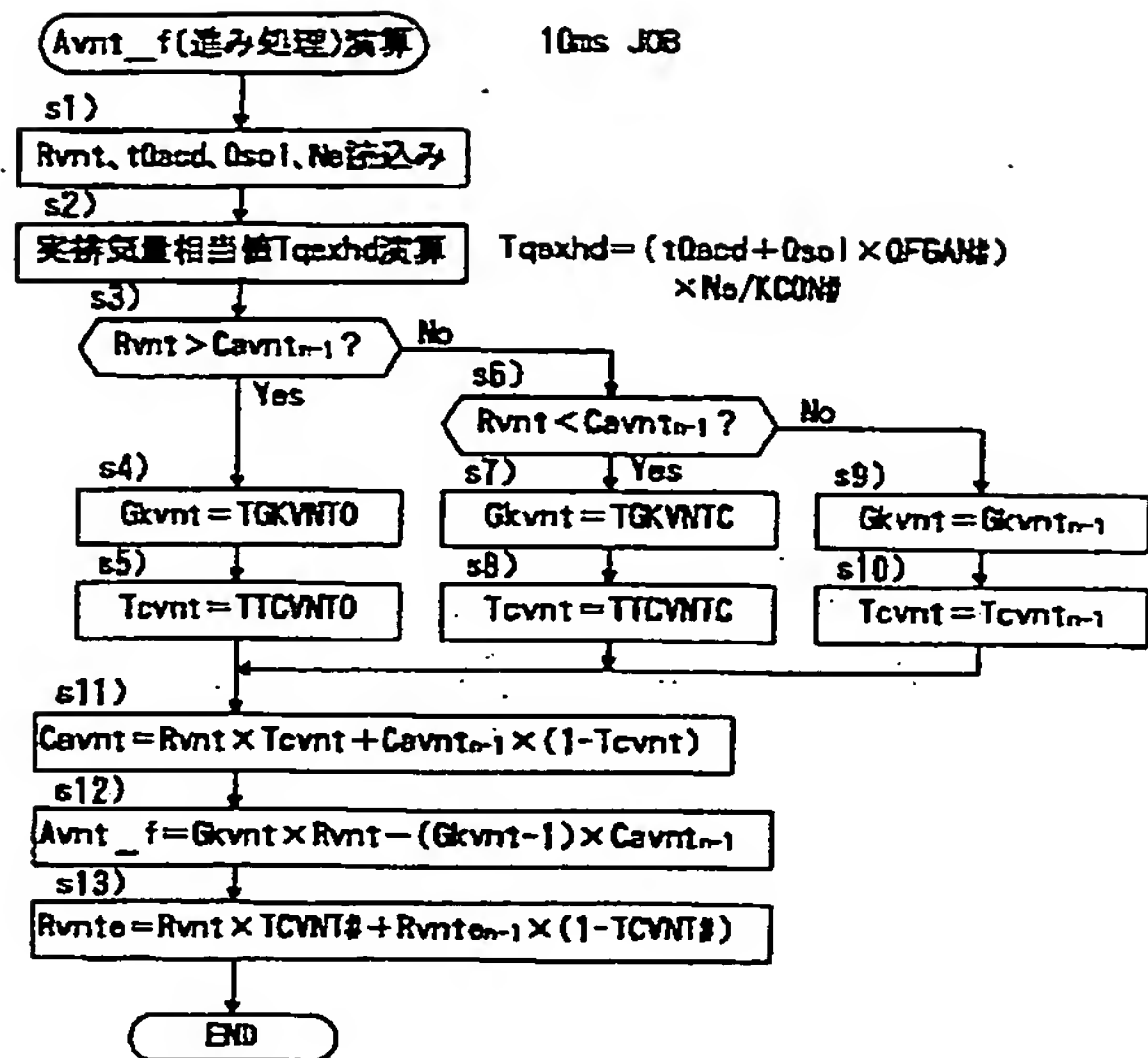
【図73】



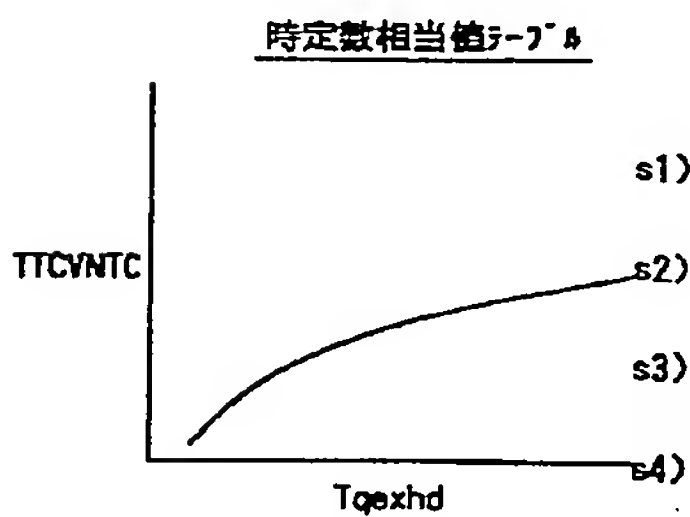
【図74】



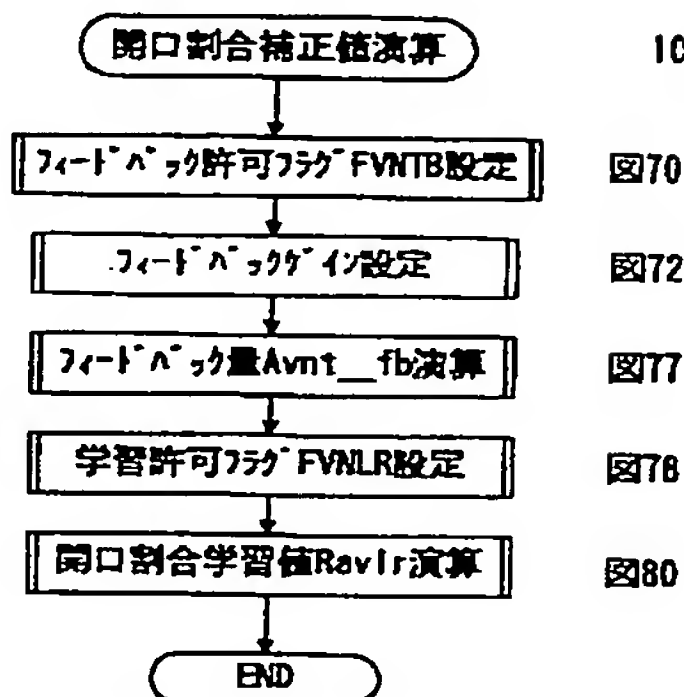
【図63】



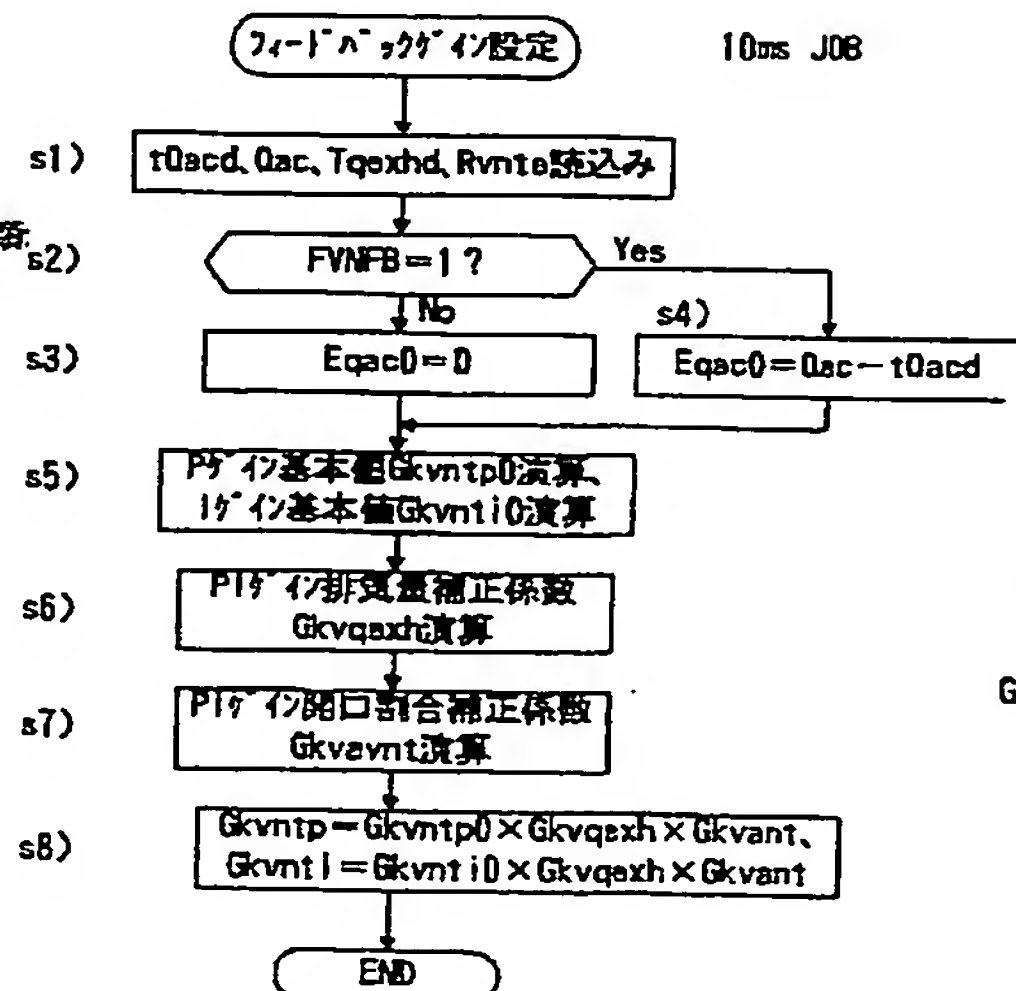
【図68】



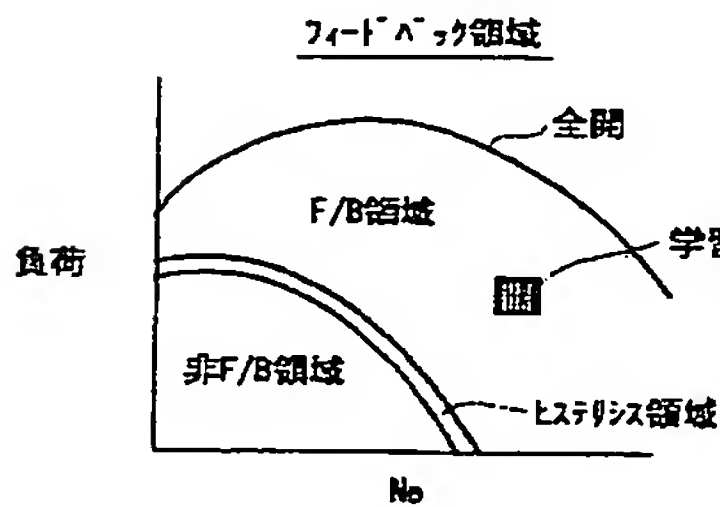
【図69】



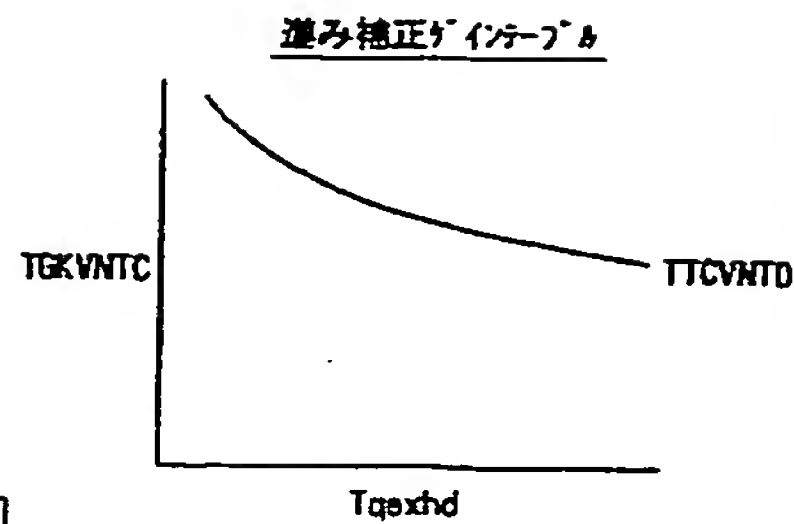
【図72】



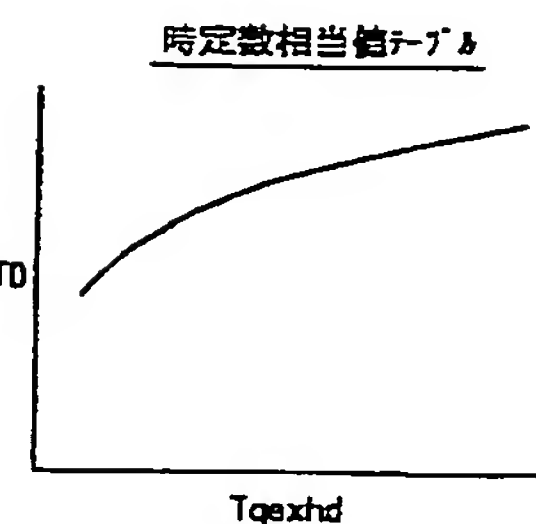
【図71】



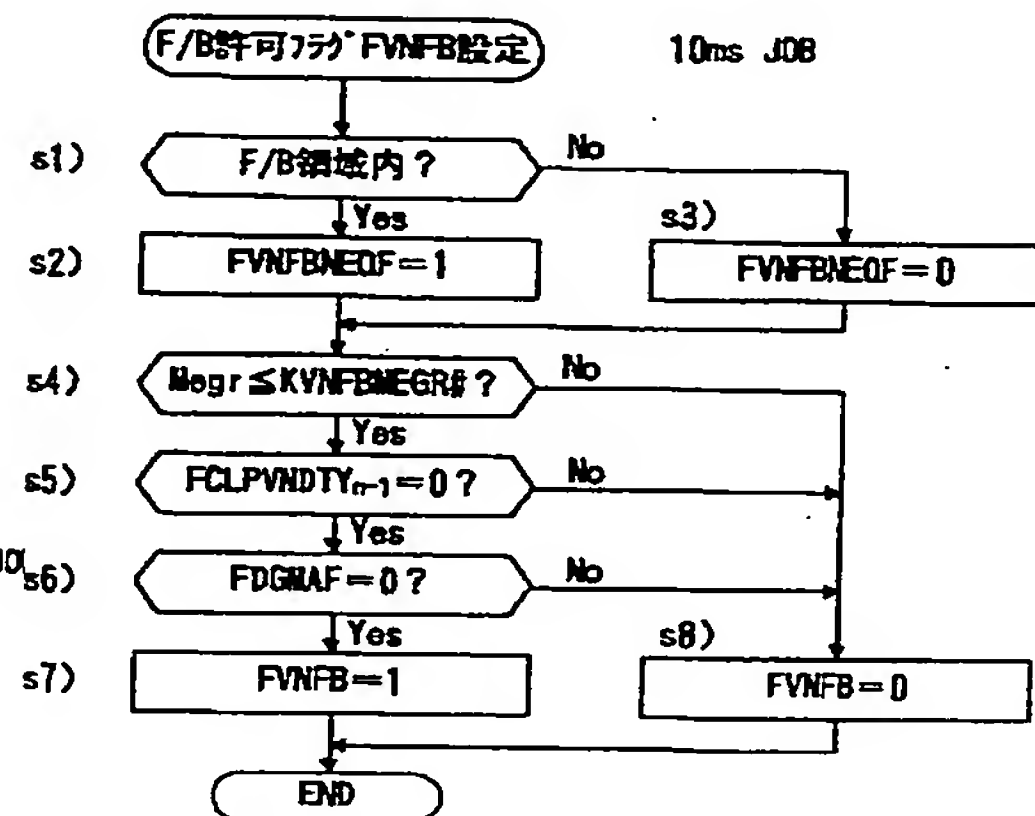
【図66】



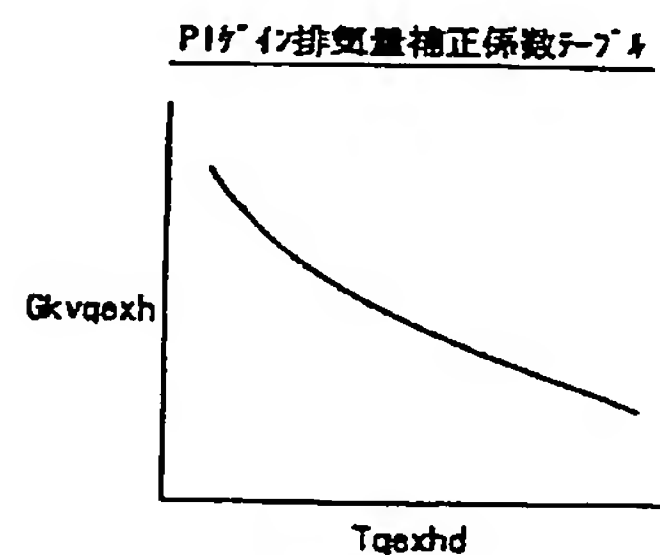
【図67】



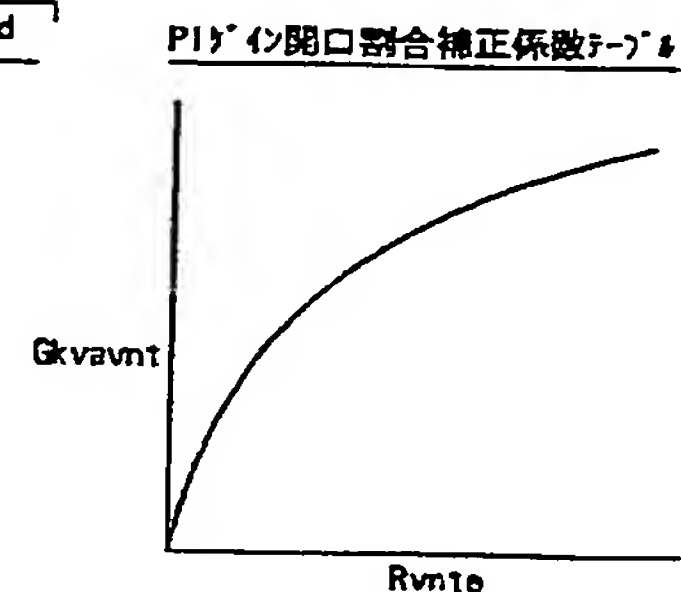
【図70】



【図75】

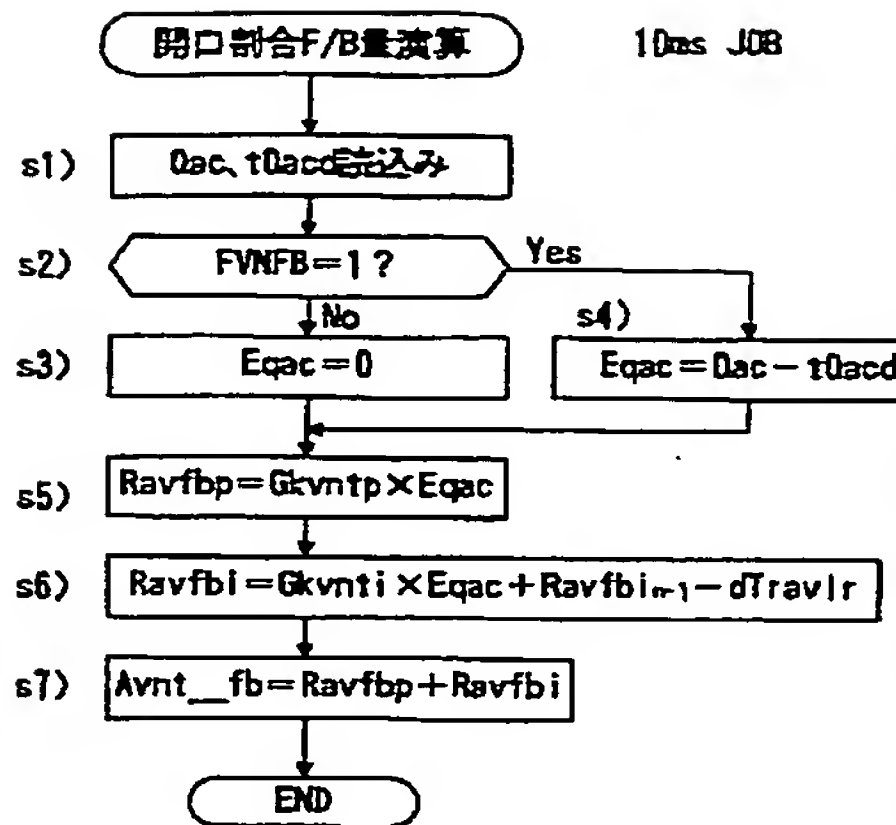


【図76】

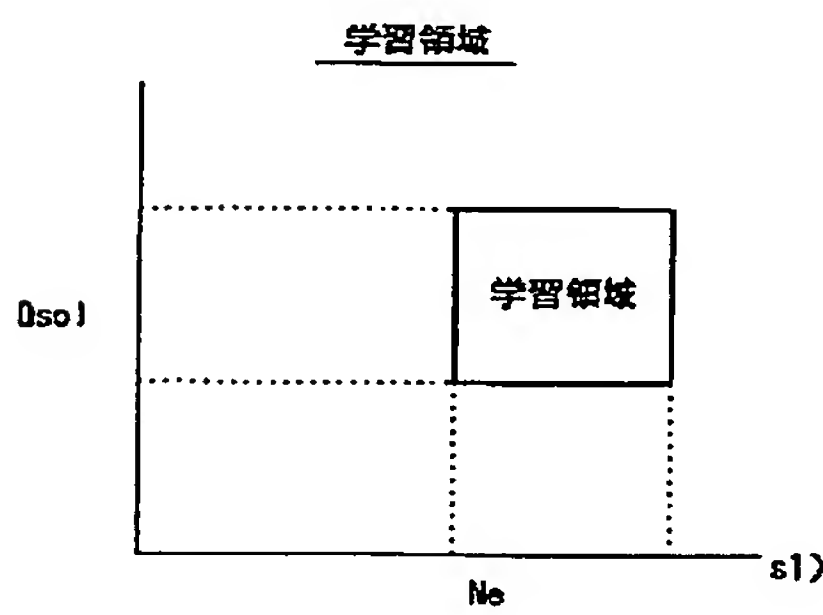




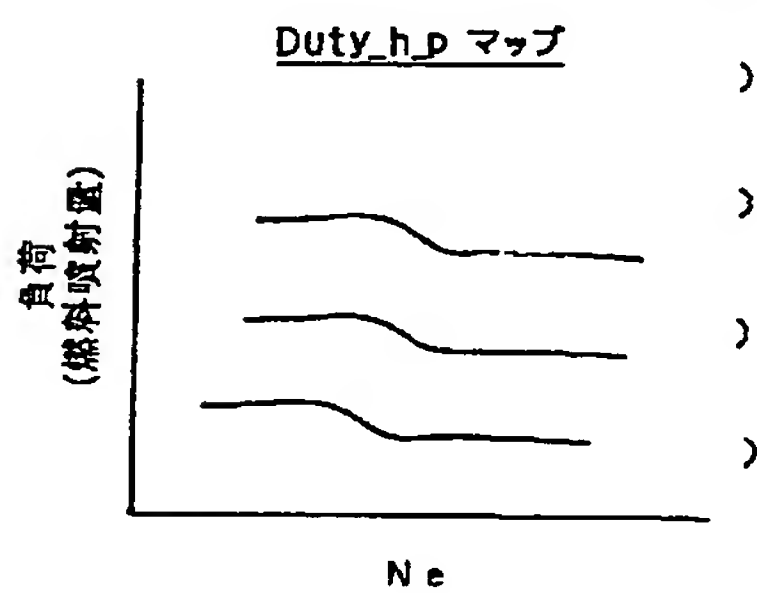
【図77】



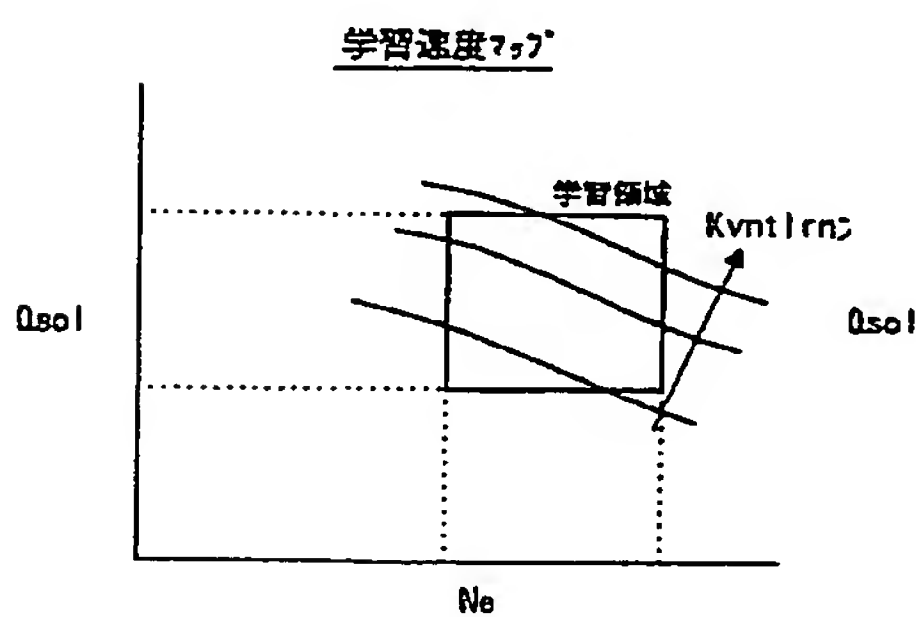
【図79】



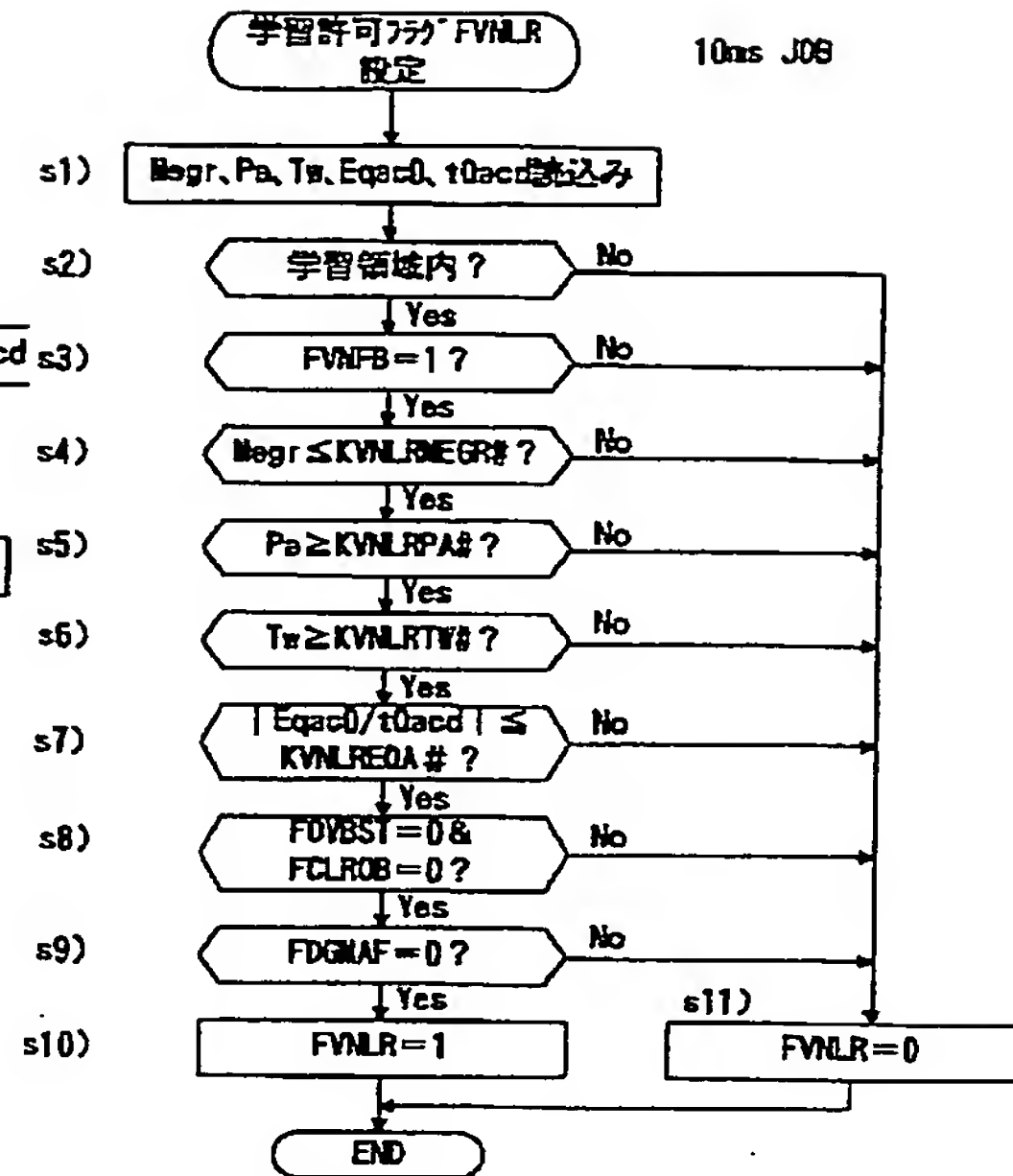
【図94】



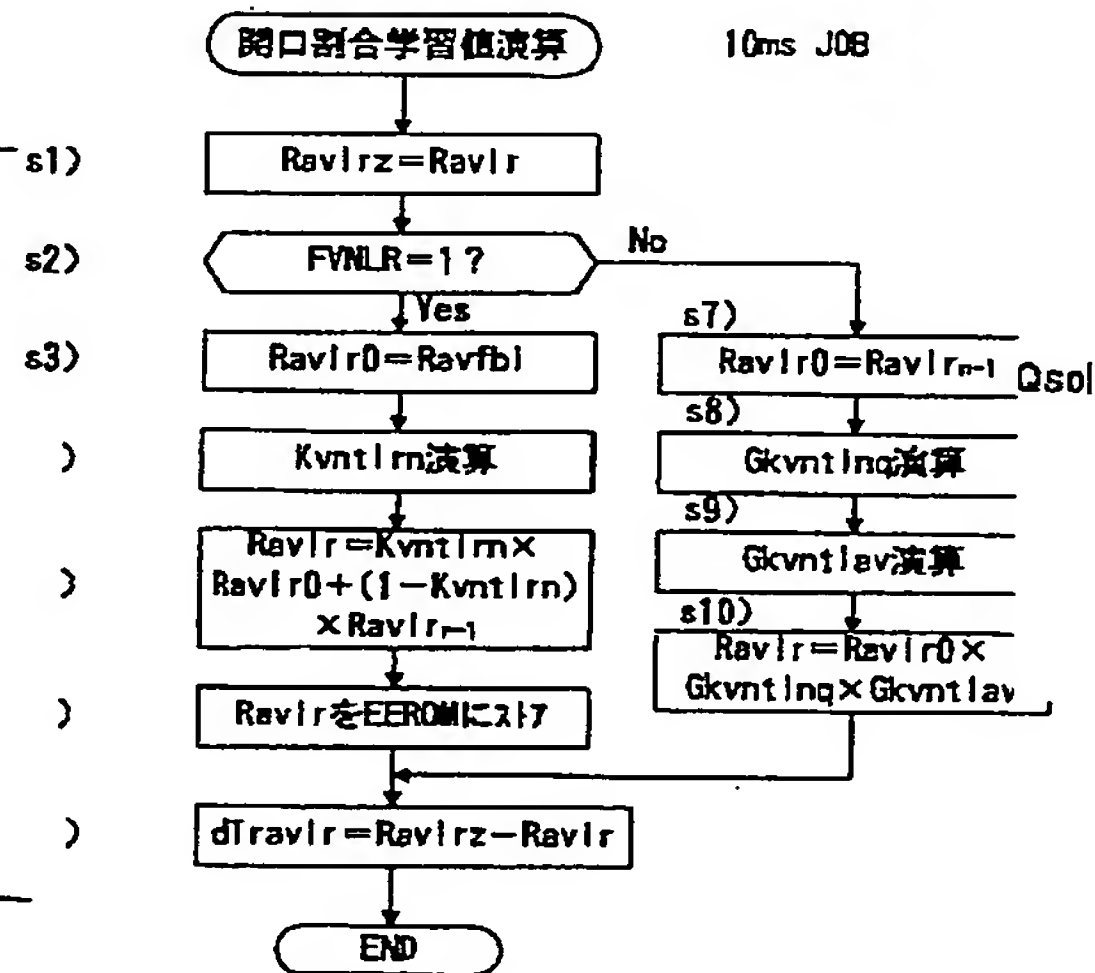
【図81】



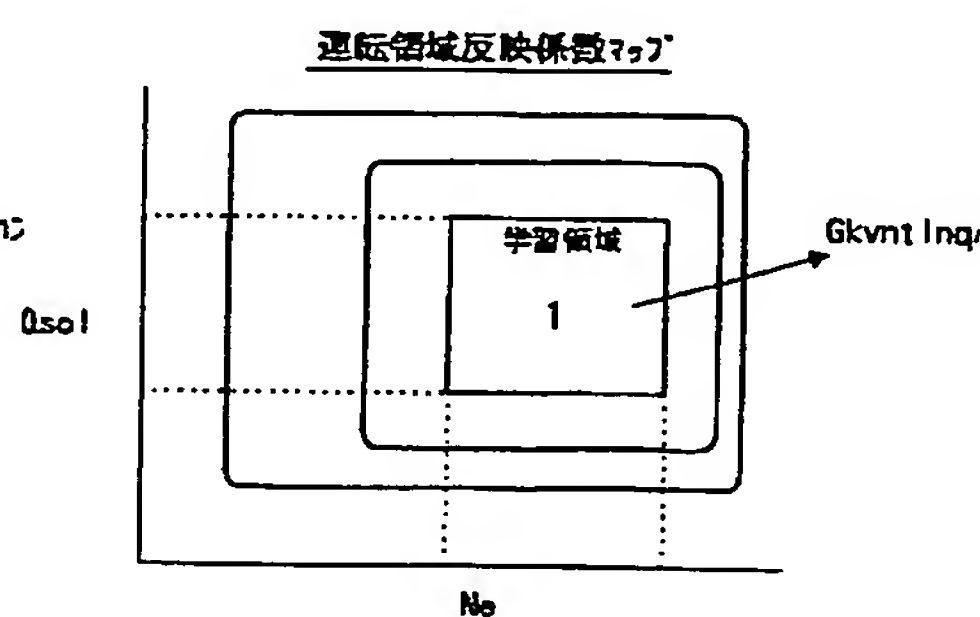
【図78】



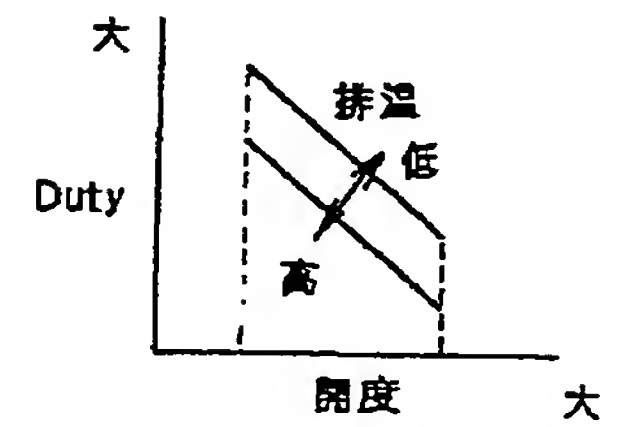
【図80】



【図82】

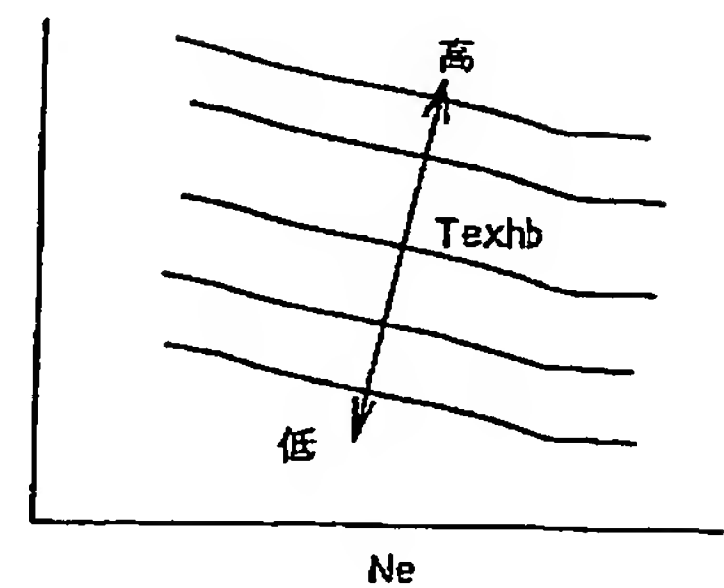


【図93】



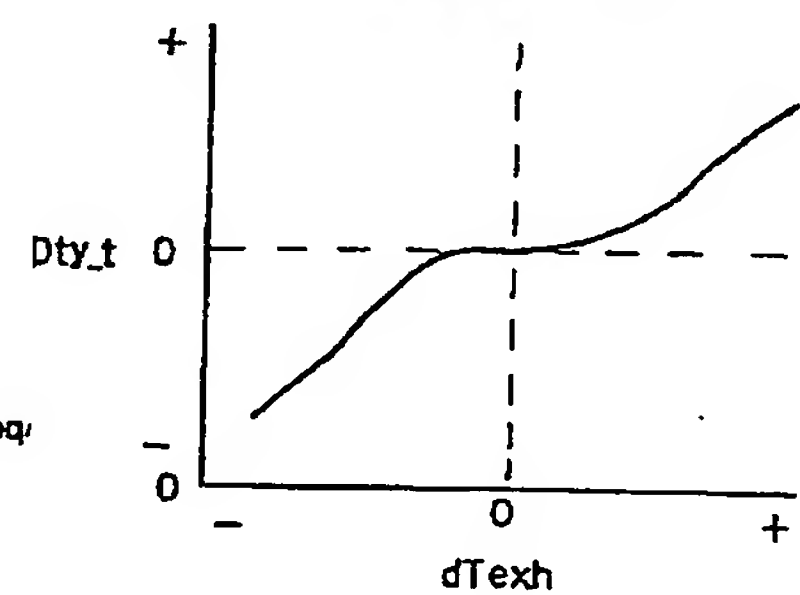
【図90】

基本排温マップ

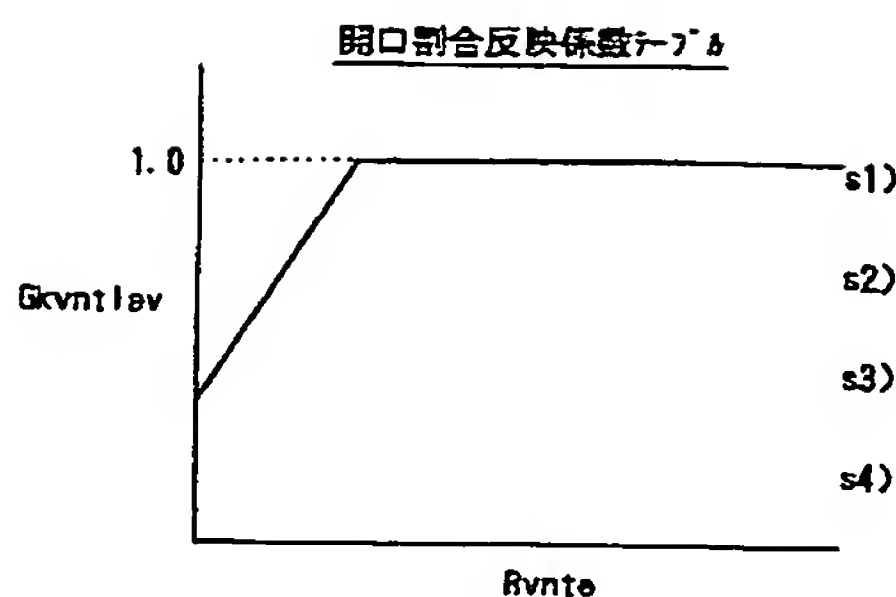


【図92】

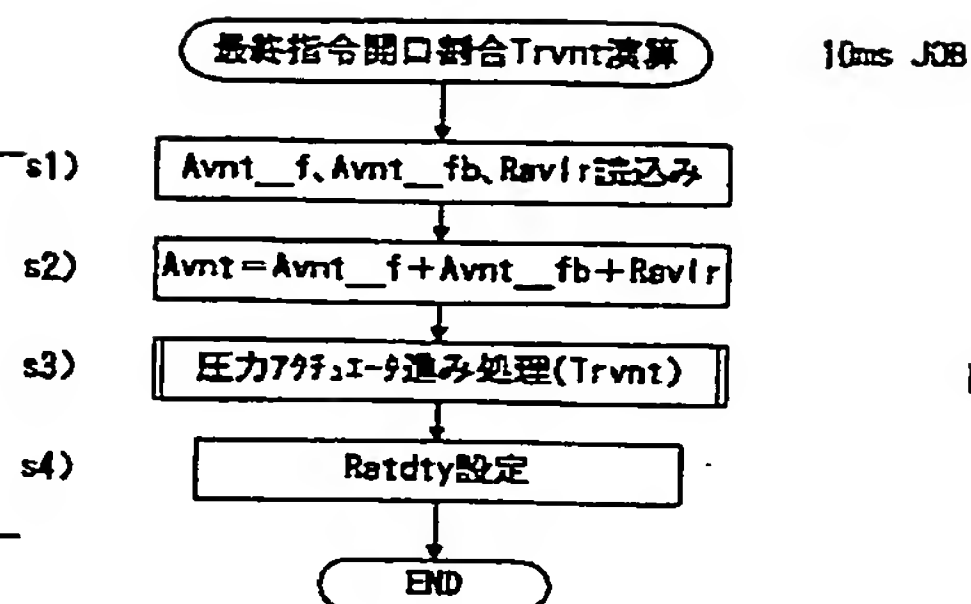
温度補正量テーブル



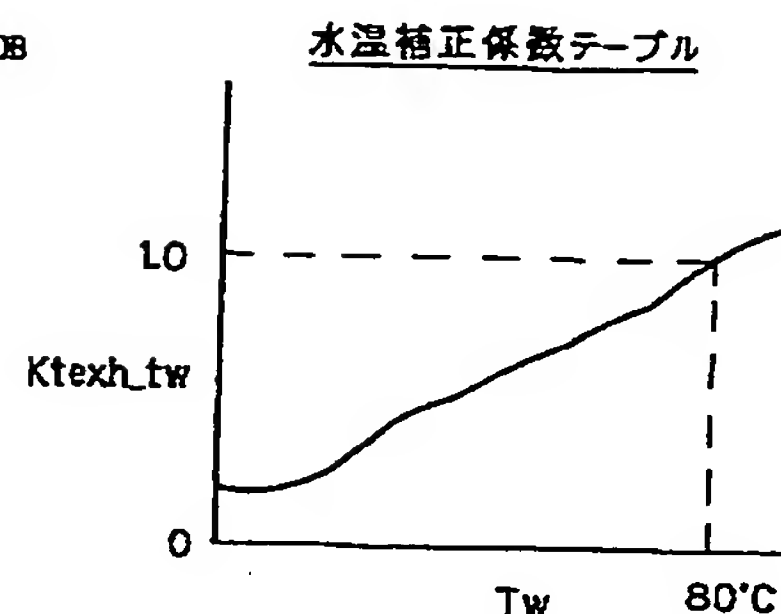
【図83】



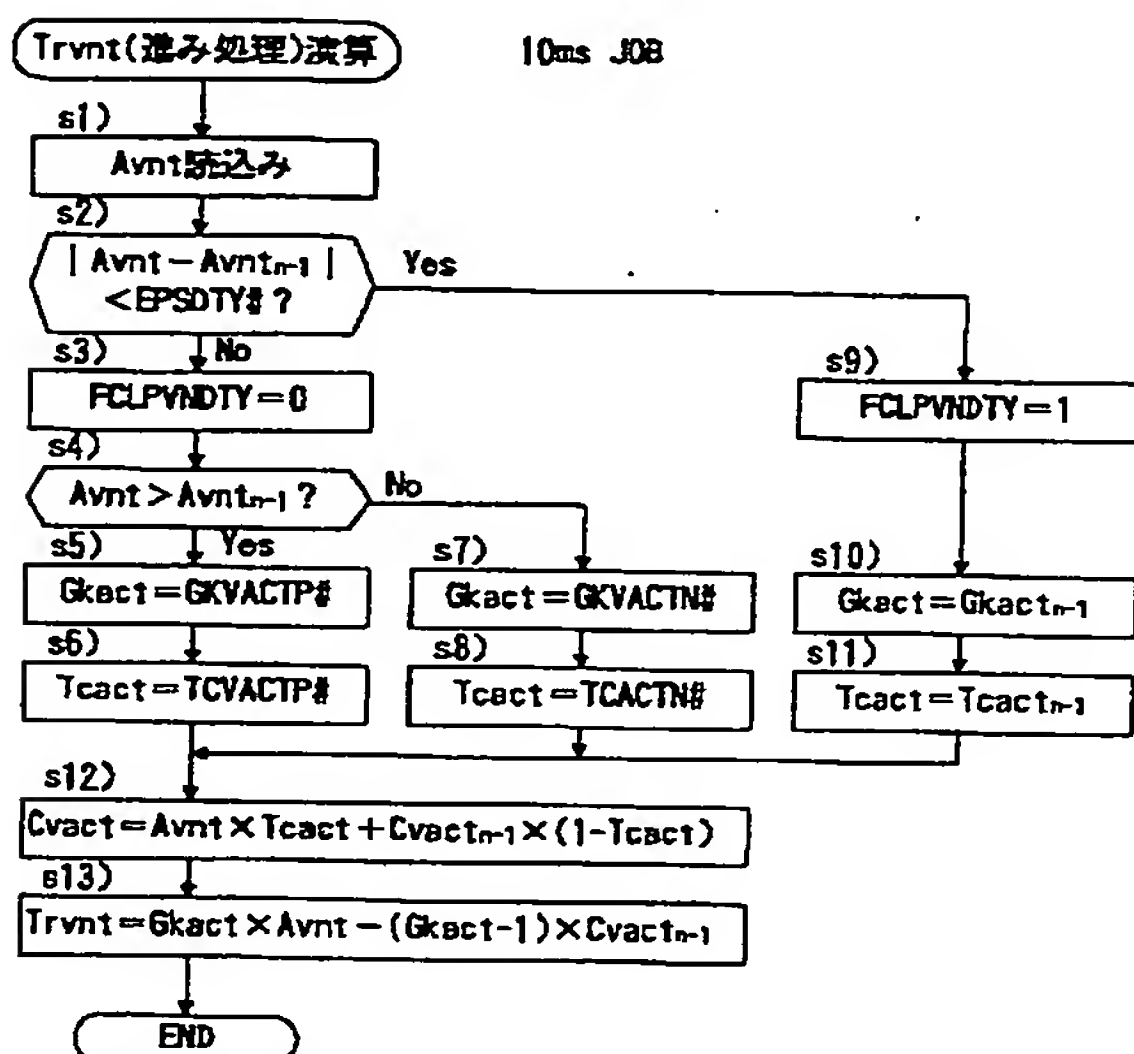
【図84】



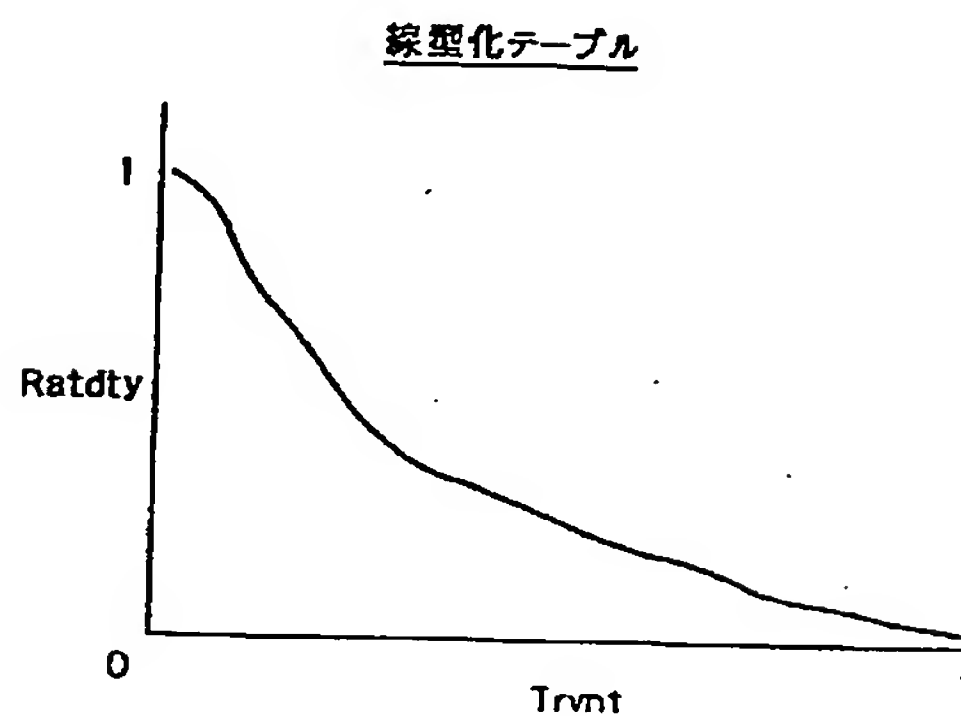
【図91】



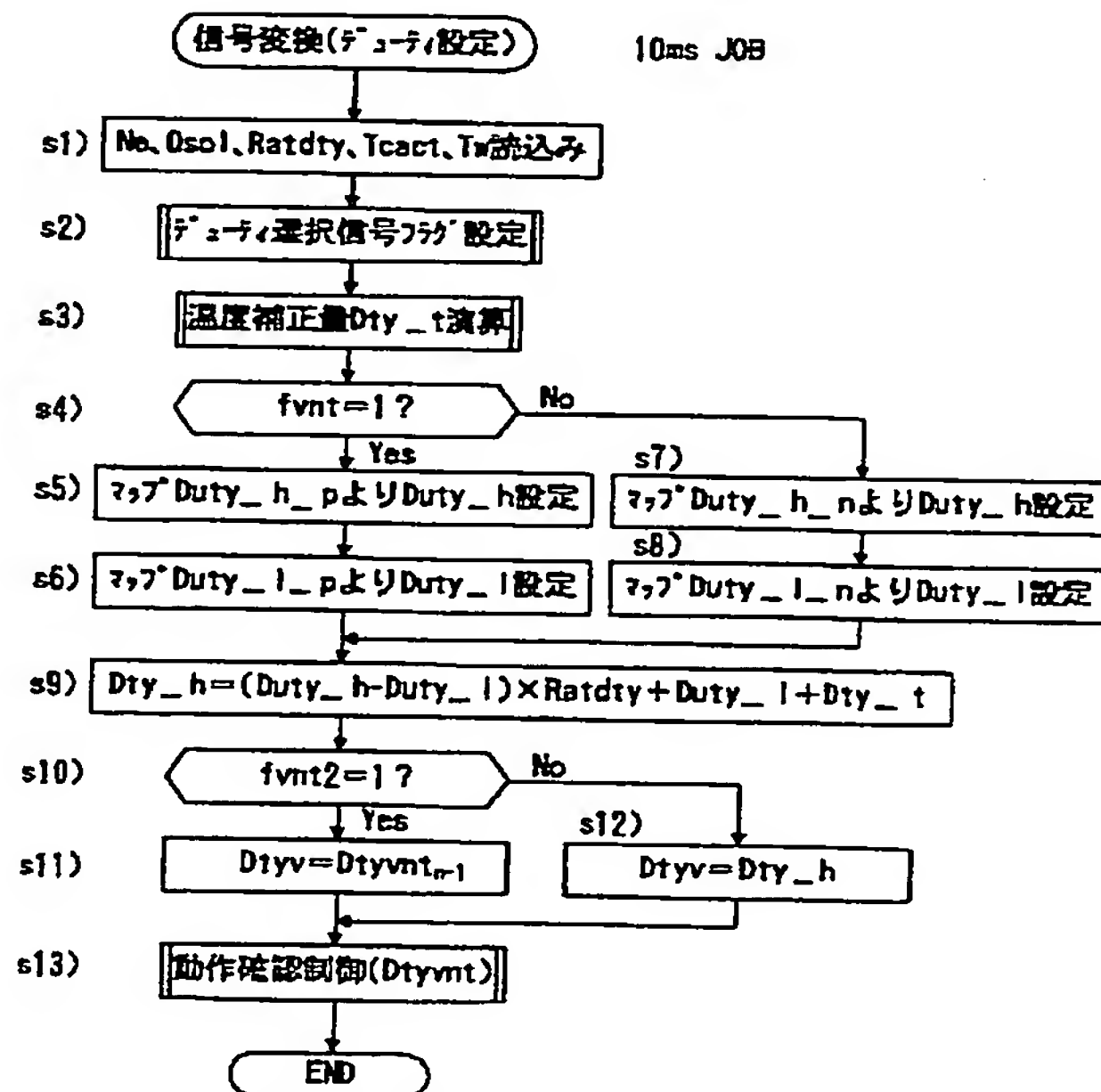
【図85】



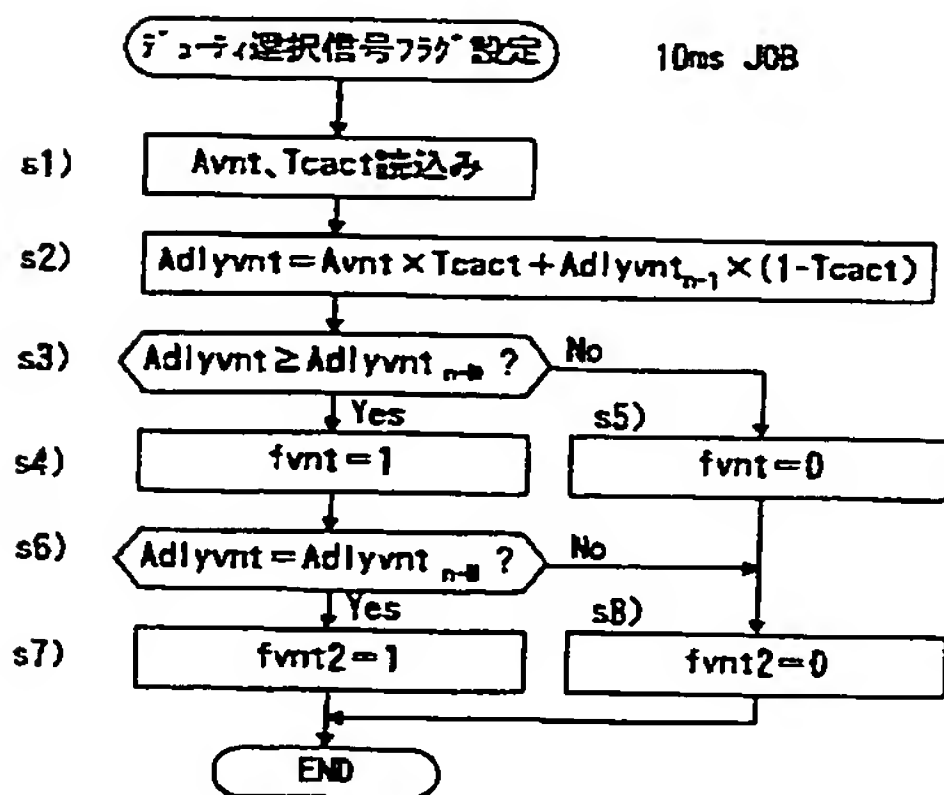
【図86】



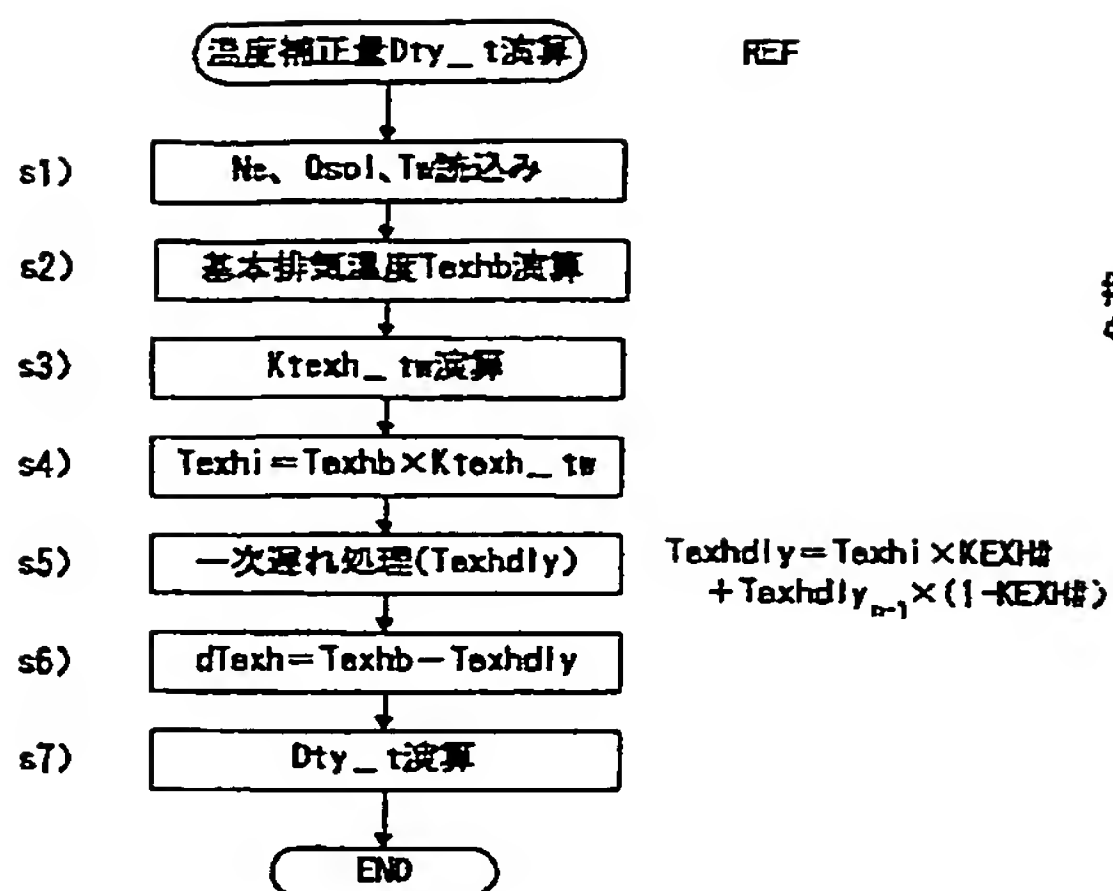
【図87】



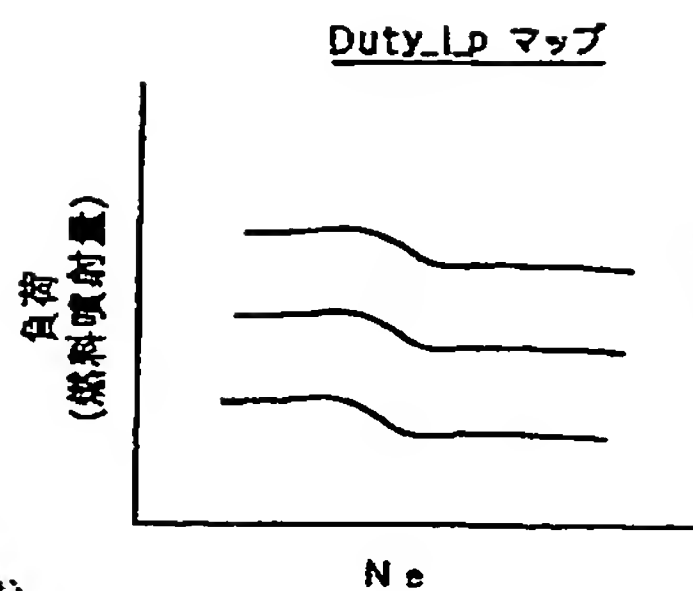
【図88】



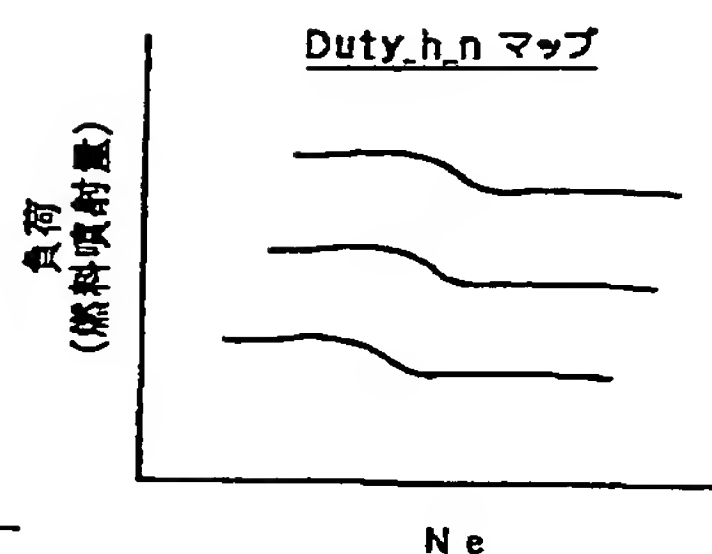
【図89】



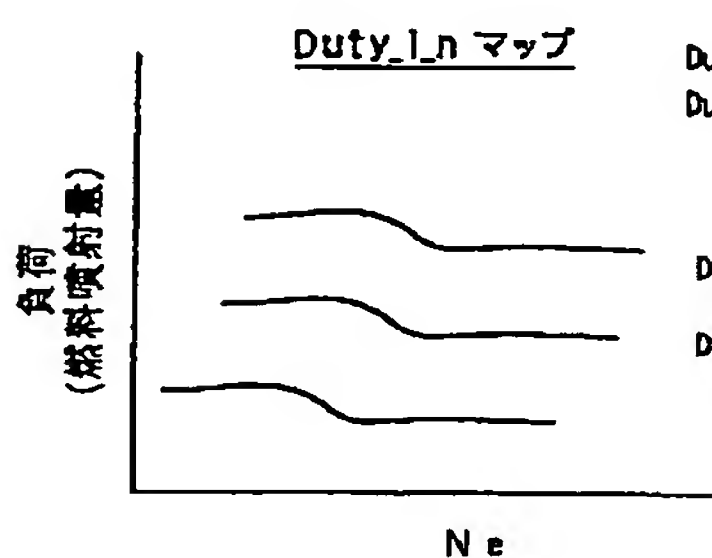
【図95】



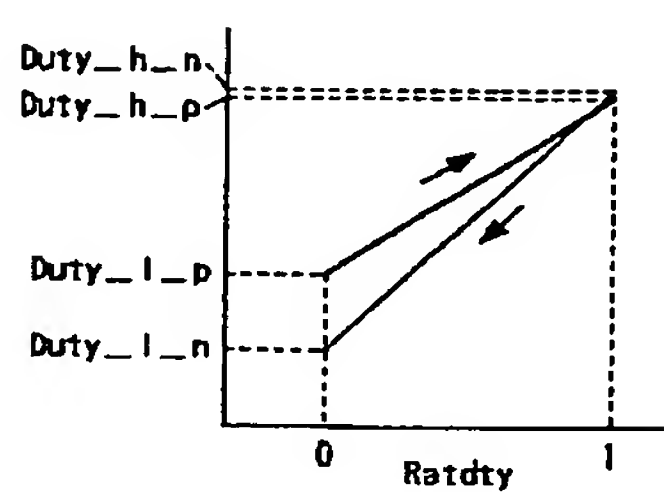
【図96】



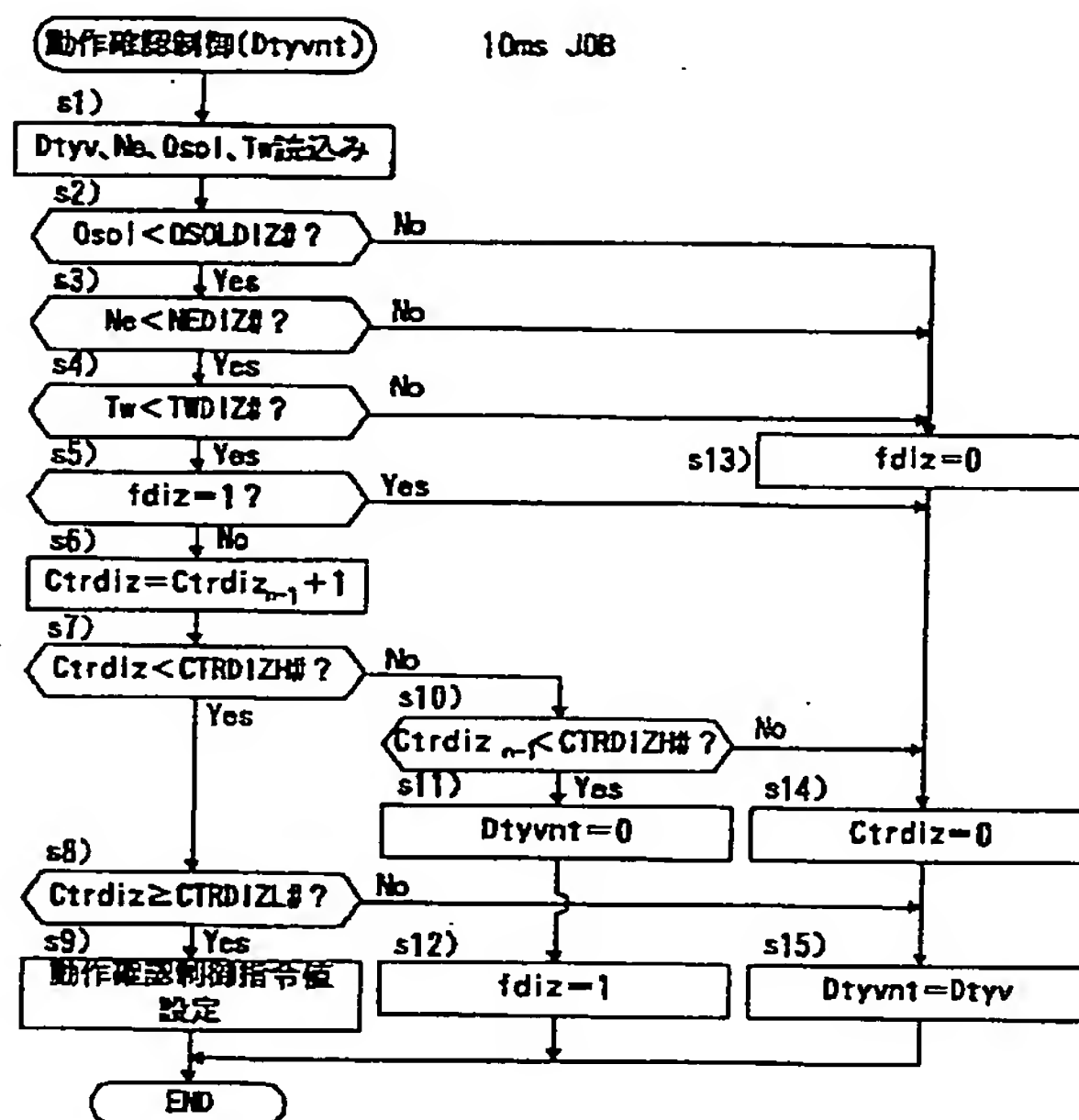
【図97】



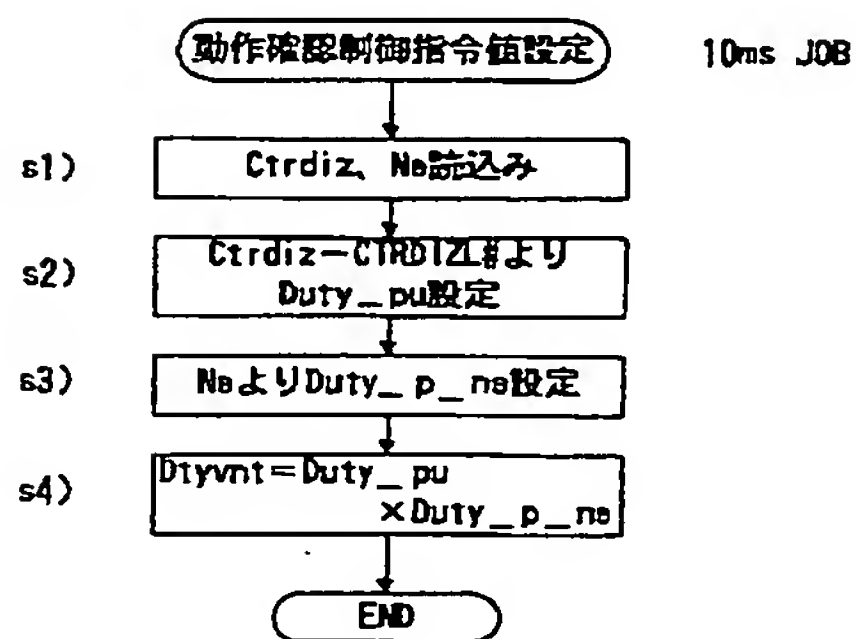
【図98】



【図99】

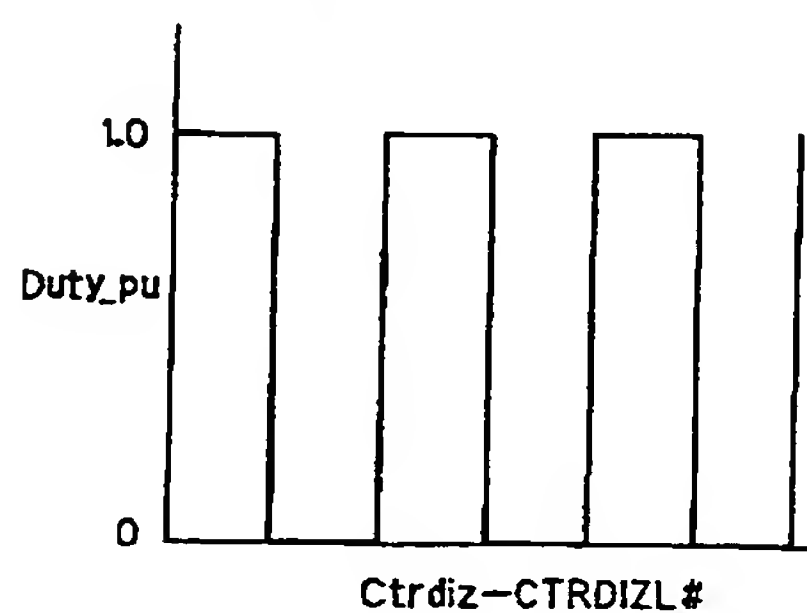


【図100】



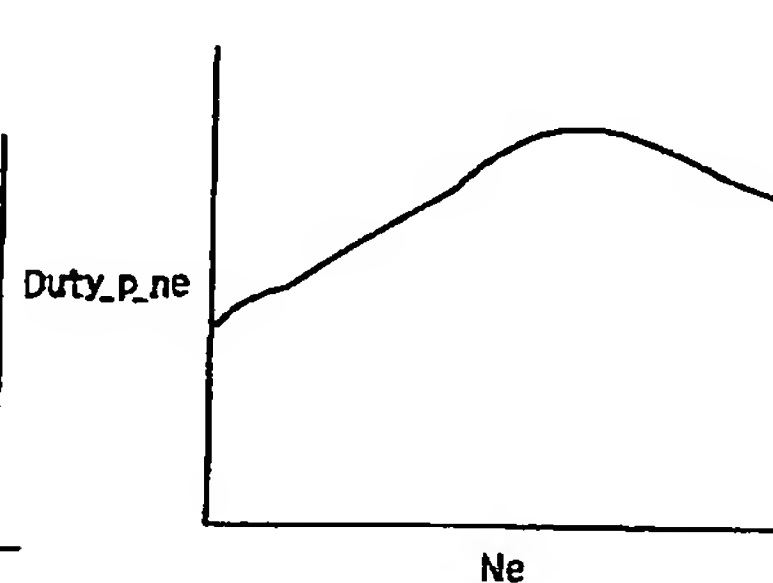
【図101】

制御パターンテーブル

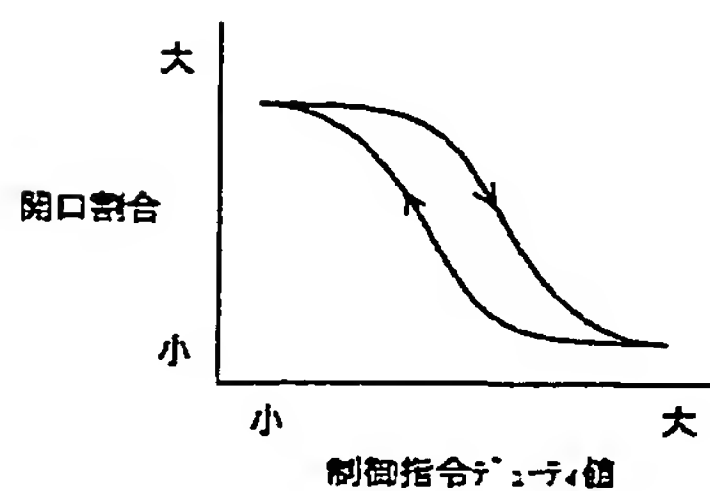


【図102】

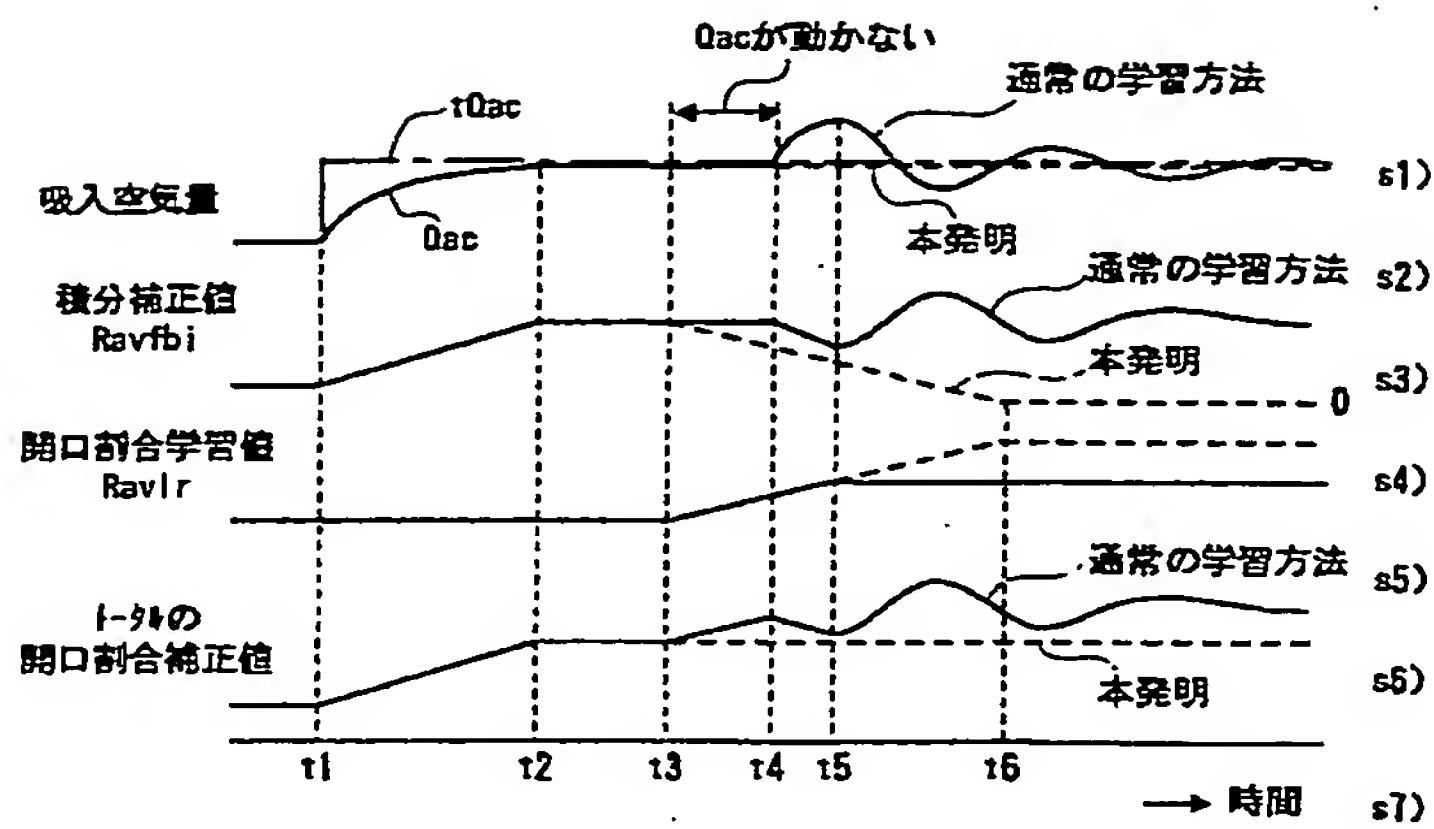
Duty\_p\_ne テーブル



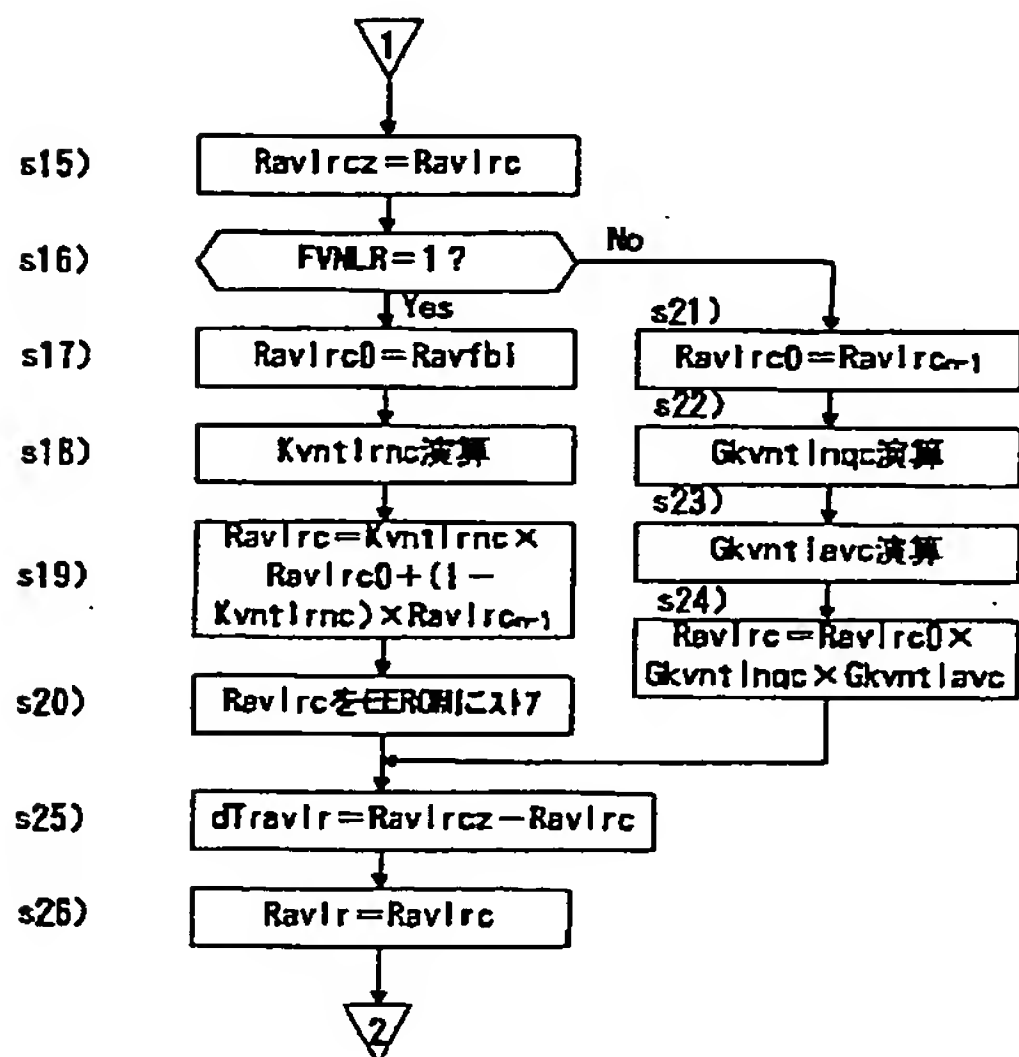
【図106】



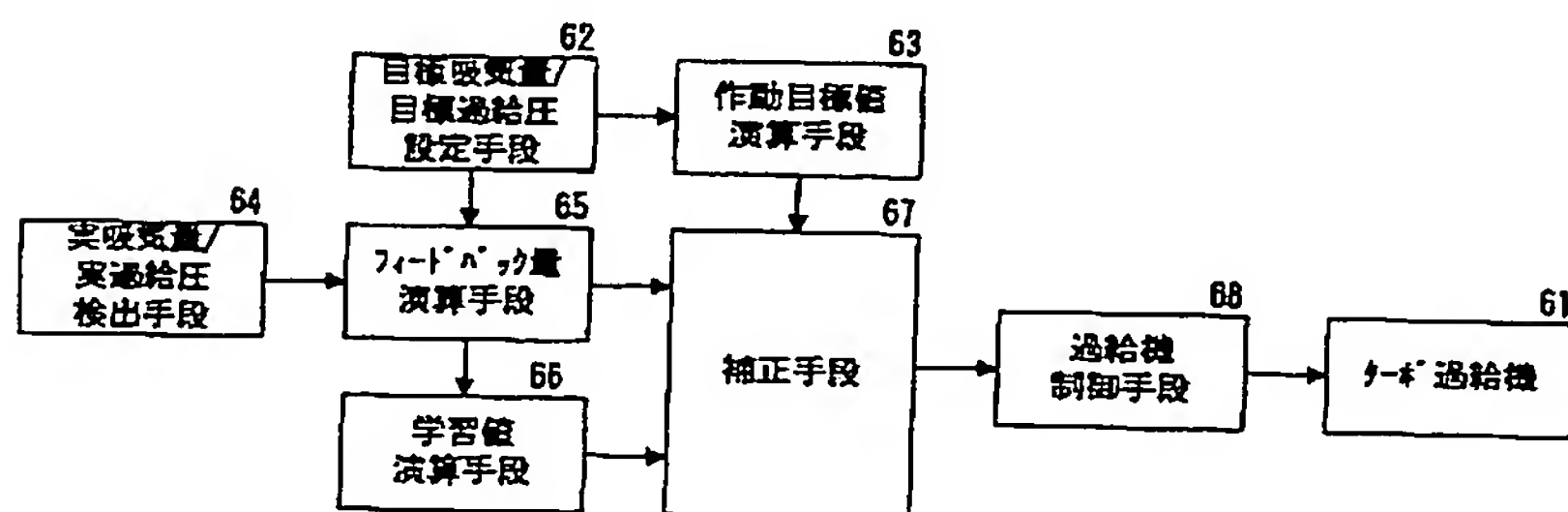
【図103】



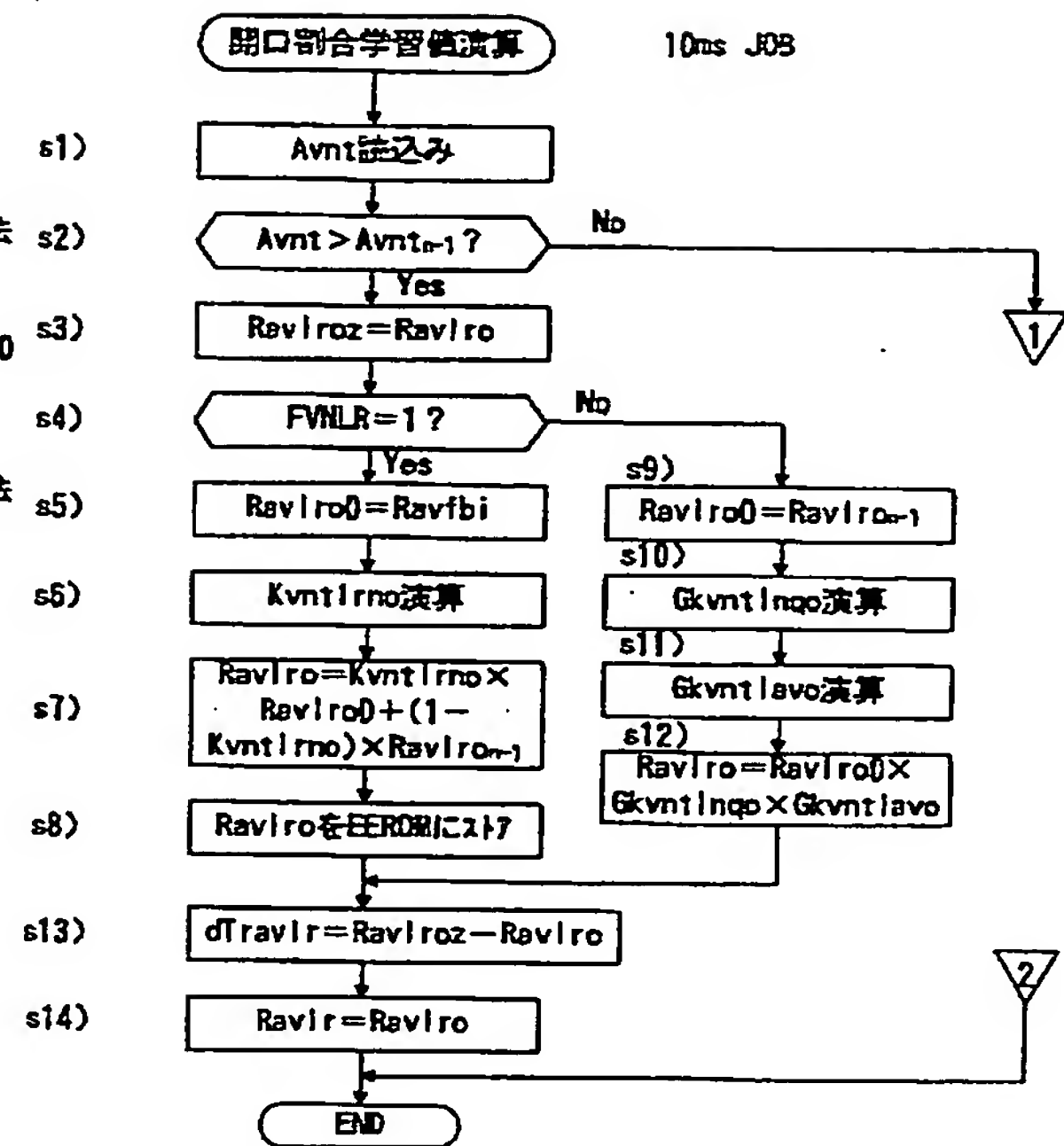
【図105】



【図107】



【図104】





## フロントページの続き

Fターム(参考) 3G005 FA06 GA05 GB24 GC05 GE03  
HA12 JA03 JA06 JA16 JA24  
JA39 JA45

3G084 AA01 BA08 BA13 BA14 BA20  
BA21 DA21 EB12 EB17 FA07  
FA10 FA12 FA20 FA33 FA38

3G092 AA02 AA10 AA17 AA18 BB04  
BB06 BB08 DB03 DC06 EC01  
EC05 FA06 FA48 HA01X  
HA01Z HA15X HA15Z HB03X  
HB03Z HE01Z HE03Z HE05Z  
HE08Z HF08Z

10

3G301 HA02 HA11 HA13 HA17 JA11  
JA17 LA05 LB06 MA14 MA18  
ND01 ND05 ND25 PA01A  
PA01Z PA16A PA16Z PB08A  
PB08Z PE01Z PE03Z PE05Z  
PE08Z PF03Z

20